

LA GESTION INTÉGRÉE DE LA RESSOURCE EN EAU DANS UN CONTEXTE
DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES : CAS DU FLEUVE SAINT-LAURENT

Par
Stéphanie Milot

Essai présenté au Centre universitaire de formation
en environnement et développement durable en vue
de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Monsieur Nicolas Milot

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Janvier 2016

SOMMAIRE

Mots clés : Fleuve Saint-Laurent, gestion intégrée de la ressource en eau, adaptation, changements climatiques, variabilité, hydrique, efforts de gestion, international, apprentissage, table de concertation régionale, région du Haut-Saint-Laurent et du Grand Montréal.

Depuis 2011, un nouveau mécanisme de concertation régionale visant la gestion intégrée du fleuve Saint-Laurent se met en place au Québec : les tables de concertation régionale. C'est par la participation d'intervenants provenant de plusieurs secteurs concernés par la gestion de l'eau que ce mécanisme permettra de définir des orientations et des pistes d'actions communes afin d'assurer une utilisation durable des ressources en eau. S'insérant actuellement dans un contexte climatique évolutif qui requiert une gestion adaptative et intégrée, la problématique de cet essai prend ainsi sa source.

L'objectif général de cet essai est l'identification de mesures d'adaptation destinées spécifiquement aux intervenants de la région Haut-Saint-Laurent et du Grand Montréal, et ce, par rapport à l'intégration des changements climatiques dans les pratiques de gestion au sein d'une table de concertation régionale. Afin d'atteindre cette finalité, l'état actuel du fleuve Saint-Laurent ainsi que les principaux enjeux liés au territoire concerné sont d'abord décrits, dont les changements climatiques, la conservation et le maintien des écosystèmes ainsi que la qualité et la quantité d'eau disponible. Par la suite, la présentation de deux usages majeurs du fleuve, soit la navigation commerciale et l'approvisionnement en eau potable, sert entre autres à illustrer les effets potentiels découlant du changement climatique global. Une analyse de plusieurs efforts d'adaptation provenant de projets internationaux permet également de déceler les mesures à adopter dans le but de développer une gestion intégrant la composante de la variabilité climatique. Cela mène finalement vers une réflexion sur différents outils et mesures à mettre en place au sein de la table de concertation régionale du Haut-Saint-Laurent-Grand Montréal.

C'est dans cette optique que plusieurs recommandations visant l'intégration des changements climatiques dans les pratiques de gestion de la table de concertation sont évoquées. Une priorisation des actions selon le contexte de gestion ainsi que la création d'un Comité de concertation seraient primordiales. Le recours et l'élaboration d'outils destinés à la collecte d'information et à la surveillance, à la conception de scénarios ainsi qu'à l'évaluation des impacts et vulnérabilités seraient aussi des mesures à adopter. L'élaboration d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques menant à des actions concrètes sur le territoire est au cœur des recommandations. Cette stratégie pourrait notamment mener à des projets locaux favorisant la réalisation d'apprentissages et offrant un potentiel de reproductibilité. Enfin, l'établissement d'un processus de financement et favoriser la communication, la participation et le partage font partie des mesures qui devraient être préconisées par la table de concertation. Ces recommandations seront efficaces seulement si les parties prenantes et la population faisant partie de la région du Haut-Saint-Laurent-Grand Montréal se mobilisent pour la gestion et l'utilisation durable de la ressource en y intégrant des actions proactives d'adaptation aux changements climatiques.

REMERCIEMENTS

Je tiens avant tout à grandement remercier mon directeur d'essai, Nicolas Milot, pour ses conseils judicieux et enrichissants. Sa grande connaissance envers le sujet de cet essai a particulièrement été bénéfique à sa réalisation. Je le remercie également de m'avoir permis d'assister au lancement des activités de la Table de concertation régionale du Haut-Saint-Laurent-Grand Montréal.

Je veux aussi remercier les différents acteurs interrogés dans le cadre de cet essai de l'intérêt envers mon projet et d'avoir contribué à faire en sorte que celui-ci reflète la réalité actuelle du milieu.

Je remercie également Madame Judith Vien pour sa disponibilité tout au long du processus de cet essai.

Merci à mon amie Linda d'avoir bien voulu partager le rêve de partir en Suisse, ce qui m'a permis de confirmer ma passion pour les sciences et la gestion de l'eau. Merci de partager mes hauts, mes bas... nos discussions et le soutien mutuel que nous avons développé !

Un merci tout spécial pour ma sœur Geneviève qui a toujours été une source d'inspiration pour moi et qui me motive à me surpasser ainsi qu'à ma chère amie Nelly, ma moitié de cerveau, qui ont bien voulu m'aider pour la relecture et m'ont encouragé tout au long de ma rédaction. Plusieurs fous rires ou commentaires loufoques ont rendu cette dernière étape de l'essai plus agréable.

Cette maîtrise aura donné lieu à la rencontre de personnes formidables, autant sur le plan professionnel que personnel. Parmi celles-ci, une mention particulière aux amitiés créées en provenance de la France, de la Colombie, de la Tunisie et de la Suisse.

Enfin, un grand merci à ma famille qui n'a jamais cessé de croire en moi et m'encourage dans tous mes projets, dont ce défi de plus de deux ans qui se termine par la réalisation de cet essai.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1 MISE EN CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE	3
1.1 Portrait du fleuve Saint-Laurent	3
1.1.1 Situation géographique et importance	3
1.1.2 Gestion globale du fleuve	4
1.2 Problématique	8
1.2.1 Concepts de la gestion intégrée de la ressource en eau et de la gestion adaptative	8
1.2.2 Changements climatiques et évolution des ressources en eau	14
2 ÉTAT, ENJEUX ET PARTIES PRENANTES	20
2.1 État actuel du fleuve Saint-Laurent	20
2.1.1 Paramètres physicochimiques et bactériologiques de l'eau et de l'écosystème	21
2.1.2 Ressources biologiques	22
2.1.3 Contamination par des composés toxiques	23
2.2 Enjeux actuels de la ressource	24
2.2.1 Changements climatiques et régulation de la quantité d'eau disponible	25
2.2.2 Conservation et maintien des écosystèmes et de la biodiversité	27
2.2.3 Amélioration de la qualité de l'eau	28
2.2.4 Usages multiples et appropriation de la ressource	29
2.3 Parties prenantes	29
2.3.1 Résultats des entrevues : Section « Enjeux et préoccupations »	31
2.3.2 Résultats des entrevues : Section « Changements climatiques »	32
2.3.3 Résultats des entrevues : Section « Gestion intégrée de la ressource »	35
3 BIEN COMMUN ET USAGES DE LA RESSOURCE EN EAU	37
3.1 L'eau comme bien commun	37
3.2 Usages de la ressource	40
3.2.1 Navigation commerciale	42
3.2.2 Approvisionnement en eau	46
3.3 Conflits d'usage de la ressource	52
4 GESTION INTÉGRÉE DE LA RESSOURCE HYDRIQUE À L'INTERNATIONAL	54
4.1 Efforts de gestion intégrée	54
4.2 Études de cas	56
4.2.1 Projet Adapt'eau - Garonne-Gironde, France	56
4.2.2 Initiative sur l'adaptation et le changement climatique - Mékong	59
4.2.3 Delta Programme - Pays-Bas	64
4.2.4 Synthèse	69

5 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS	71
5.1 Apprentissages	71
5.2 Recommandations	74
CONCLUSION.....	86
RÉFÉRENCES	88
ANNEXE 1 - ZONES DE GISL ET EMPHASE SUR LA ZONE 1.....	102
ANNEXE 2 - CADRE DE RÉFÉRENCE DE LA GIRE	103
ANNEXE 3 - VARIATION MOYENNE ANNUELLE DU CYCLE HYDROLOGIQUE (2080-2100).....	104
ANNEXE 4 - CANEVAS D'ENTREVUE SEMI-DIRIGÉE.....	105
ANNEXE 5 - ENJEUX DE L'EAU SELON LES ACTEURS INTERROGÉS	106
ANNEXE 6 - STATISTIQUES DU PORT DE MONTRÉAL	107
ANNEXE 7 - PROCÉDÉS DE POTABILISATION DE L'EAU	108
ANNEXE 8 - CADRE D'UNE STRATÉGIE D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES.....	109
ANNEXE 9 - SCÉNARIOS DU PROJET ADAPT'EAU.....	110
ANNEXE 10 - MEMBRES DU COMITÉ DE SUIVI DU PROJET ADAPT'EAU	111
ANNEXE 11 - VALEUR AJOUTÉE DE L'APPROCHE DU DELTA PROGRAMME.....	112
ANNEXE 12 - BUDGET DU DELTA PROGRAMME.....	113
ANNEXE 13 - MODÈLES CLIMATIQUES MULTI-ÉCHELLES.....	114
ANNEXE 14 - PORTRAIT GLOBAL DU PROCESSUS D'UNE STRATÉGIE D'ADAPTATION	115

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1.1 Trois composantes de la mise en œuvre de la GIRE	10
Figure 1.2 Représentation de l'évolution des températures	15
Figure 1.3 Changements observables à travers les différentes composantes du système climatique	16
Figure 1.4 Évolution de la température moyenne et des précipitations mondiales	17
Figure 1.5 Modélisation de l'évolution des précipitations	18
Figure 2.1 Indicateurs environnementaux	20
Figure 2.2 Débits du fleuve Saint-Laurent	21
Figure 3.1 Cadre d'analyse du RIR	39
Figure 5.1 Étapes d'élaboration d'un plan d'adaptation.....	80
Figure 5.2 Composantes d'un système d'alerte	81
Tableau 1.1 Récapitulatif des organisations en lien avec la gestion du fleuve Saint-Laurent.....	7
Tableau 1.2 Intégration du changement climatique global à la prise de décision	13
Tableau 2.1 Enjeux liés au fleuve Saint-Laurent	31
Tableau 2.2 Impacts préoccupants en lien avec les changements climatiques.....	34
Tableau 3.1 Événements climatiques et leurs impacts sur la gestion de l'eau urbaine	51
Tableau 4.1 Recensement d'efforts de gestion	55
Tableau 4.2 Enjeux selon les scénarios du projet Adapt'eau.....	58
Tableau 4.3 Projet local cambodgien	63
Tableau 4.4 Propositions Delta Decisions.....	66
Tableau 4.5 Synthèse des études de cas	69
Tableau 5.1 Besoins techniques spécifiques au territoire de la TCR.....	75
Tableau 5.2 Recensement de lacunes observées dans les secteurs concernés.....	76
Tableau 5.3 Éléments à évaluer dans un projet.....	83

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

AMCC	Alliance mondiale contre le changement climatique
ANR	Agence Nationale de la Recherche
BPC	Biphényle polychloré
CMI	Commission mixte internationale
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
CO ₂	Dioxyde de carbone
EFE	Environnement Fluvio-Estuarien
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GIRE	Gestion intégrée des ressources en eau
GISL	Gestion intégrée du Saint-Laurent
GEF	<i>Global Environment Facility</i>
GWP	<i>Global Water partnership</i>
HAP	Hydrocarbure aromatique polycyclique
Hg	Mercure
IACC	<i>Initiative sur l'adaptation et le changement climatique</i>
ICPDR	<i>International Commission for the protection of the Danube River</i>
ICPR	<i>International Commission for the Protection of the Rhine</i>
INRSTEA	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
LQE	<i>Loi sur la qualité de l'environnement</i>
MAMOT	Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MES	Matière en suspension
MH	Milieu humide
MRC	<i>Mekong River Commission</i>
OBV	Organisme de bassin versant
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
ONG	Organisation non gouvernementale
PASL	<i>Plan d'action Saint-Laurent</i>
PBDE	Polybromodiphényléther
PGIR	Plan de gestion intégré régional
PPSP	Produit pharmaceutique et de soin personnel
RIOB	Réseau International des Organismes de Bassin
RIR	Régime institutionnel de ressources
SSL	Stratégies Saint-Laurent

TAC	<i>Technical Advisory Committee</i>
TBT	Tributylétain
TCDD	2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine
TCR	Table de concertation régionale
TCR HSLGM	Table de concertation régionale du Haut-Saint-Laurent-Grand Montréal
UNECE	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
UQCN	Union québécoise pour la conservation de la nature
ZIP	Zone d'intervention prioritaire

LEXIQUE

Changements climatiques	Variabilité de l'état du climat qui provient de deux types de processus, soit internes naturels ou forçages externes, comme les fluctuations des cycles solaires, les activités volcaniques et les activités anthropiques (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2013).
Comités zone d'intervention prioritaire	« Organismes locaux de concertation et d'action, dont le mandat est de regrouper les principaux usagers du Saint-Laurent dans leur territoire et de favoriser leur concertation en vue de résoudre les problèmes locaux et régionaux touchant aux écosystèmes fluviaux et à leurs usages » (L.R. Services-Conseil, 2006, p. 10).
Cycle hydrologique	Eau stockée sur la Terre sous différentes phases (liquide, solide et gazeuse) ainsi que les mouvements d'eau ayant lieu dans le système climatique planétaire (GIEC, 2014).
Gestion adaptative	Processus visant à faire face à l'incertitude et il est basé sur un modèle d'apprentissage par rapport à un domaine ainsi que sur l'ensemble du système qui le compose (Shea et The NCEAS Working Group on Population Management, 1998).
Gestion intégrée des ressources en eau	« Processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnées de l'eau, des terres et des ressources associées, en vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux » (Global Water Partnership (GWP), 2012a).
Résilience	« Capacité des systèmes sociaux, économiques ou écologiques à faire face aux événements dangereux, tendances ou perturbations, à y réagir et à se réorganiser de façon à conserver leurs fonctions essentielles, leur identité et leur structure, tout en maintenant leurs facultés d'adaptation, d'apprentissage, et de transformation » (GIEC, 2014, p. 5).
Sécurité en eau	« Existence d'une réserve d'eau fiable en quantité et qualité suffisante pour assurer la santé, les moyens d'existence et la production, associée à un niveau jugé acceptable de risques liés à l'eau » (Grey et Sandoff, 2007, p. 548).
Table de concertation régionale	« Lieu de concertation où les participants s'engagent à définir collectivement des principes, des orientations et des actions devant mener à une utilisation durable des ressources en eau et à la protection des écosystèmes aquatiques » (Table de concertation régionale du Haut-Saint-Laurent-Grand Montréal (TCR HSLGM), 2015, p. 4).

INTRODUCTION

Le fleuve Saint-Laurent occupe une place prépondérante dans le paysage québécois ainsi que dans la viabilité économique et sociétale de cette province. En effet, depuis les débuts de l'effort de colonisation, le Québec s'est développé aux abords du fleuve Saint-Laurent et à ce jour, 60 % de la population québécoise y vit (Plan d'action Saint-Laurent (PASL), 2012a). Au cours du dernier siècle, plusieurs événements ou ententes ont contribué à l'évolution du contexte du fleuve Saint-Laurent et de sa gestion, dont la signature du *Traité des eaux limitrophes internationales* entre le Canada et les États-Unis en 1909, l'élaboration de *Plans d'action Saint-Laurent* ou avec l'*Entente Canada-Québec sur le Saint-Laurent* de 2011, la mise en place de tables de concertation régionales (Commission Mixte Internationale (CMI), 2015; L.R. Services-Conseil, 2006; PASL, 2012b). Ce dernier mécanisme de concertation vise une meilleure gestion intégrée de ce bien commun en matière environnementale, économique et sociale. Entre autres, la création de la table de concertation régionale du Haut-Saint-Laurent-Grand Montréal (TCR HSLGM) représente une nouvelle opportunité qui permet de réunir et mobiliser plusieurs participants provenant de différents secteurs. Cette table a pour mission de favoriser une utilisation durable de la ressource en eau ainsi que la préservation des écosystèmes dans l'optique d'être profitable pour l'ensemble de la société québécoise et principalement la population vivant à proximité du fleuve (Table de concertation régionale du Haut-Saint-Laurent-Grand Montréal (TCR HSLGM), 2015).

À ce contexte de gestion s'ajoutent les changements climatiques qui sont déjà perceptibles et qui se feront de plus en plus persistants dans le futur. En effet, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est venu à la conclusion que les changements climatiques ne représentent plus une menace potentielle, mais bien une réalité à laquelle la Terre sera confrontée, et ce, de manière inévitable (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2007a). Le Québec ne sera pas épargné et certains effets du réchauffement sont déjà perceptibles dans cette région. La réalisation de plusieurs études en contexte québécois par le Consortium Ouranos a effectivement pu en faire le constat. Le développement d'une capacité d'adaptation aux changements climatiques est impératif dans le contexte actuel (Desjarlais et autres, 2010). C'est donc dans cette optique que la pertinence de cet essai s'insère, à savoir : dans quelle mesure la TCR pourrait-elle intégrer cette composante d'adaptation dans le cadre de ses activités ?

L'objectif général de cet essai est l'identification de mesures d'adaptation destinées spécifiquement aux intervenants de la région Haut-Saint-Laurent et du Grand Montréal, et ce, par rapport à l'intégration des changements climatiques dans les pratiques de gestion au sein de la TCR HSLGM. Plusieurs objectifs spécifiques contribuent à l'atteinte de cette finalité. Premièrement, il s'agit de cerner les enjeux et préoccupations liés à la portion du fleuve Saint-Laurent concernée par la TCR. Deuxièmement, la présentation de certains usages du fleuve et une interrogation des effets du changement climatique global sur ceux-ci permettent une meilleure compréhension de la nécessité d'entreprendre des actions visant son

adaptation. Ensuite, l'analyse d'expériences de gestion intégrée de la ressource à travers le monde sert à illustrer plusieurs systèmes de gestion intégrant de manière efficace le contexte adaptatif. Enfin, il s'agit de réfléchir sur plusieurs outils et mesures favorisant la gestion intégrée de la ressource en tenant compte de l'évolution climatique. Cette réflexion pourrait servir d'aide à la décision pour les intervenants de la gestion de l'eau œuvrant au sein du territoire de la TCR.

Une démarche méthodologique a été entreprise pour la réalisation de cet essai. D'une part, afin de saisir les enjeux ainsi que les préoccupations du milieu spécifique de la TCR, plusieurs entrevues semi-dirigées ont été réalisées avec certaines parties prenantes. Celles-ci ont permis de cerner les préoccupations locales par rapport à la gestion intégrée dans un contexte de changements climatiques. La sélection des intervenants provenant de différents secteurs a été basée sur leur pertinence envers la problématique de cet essai. Cela favorise une compréhension adaptée à la réalité du milieu menant ainsi à des recommandations pouvant s'y appliquer. D'autre part, une recherche documentaire rigoureuse a été accomplie pour chacune des thématiques abordées dans les différents chapitres. Celle-ci est fondée sur des sources et données probantes, récentes et diversifiées assurant ainsi leur qualité.

Cet écrit est composé de plusieurs sections. Au premier chapitre, une mise en contexte faisant état d'un bref portrait du fleuve Saint-Laurent et de l'évolution de sa gestion est d'abord présentée. La problématique est ensuite appuyée par la description de trois composantes essentielles à cet essai, soit la gestion intégrée de la ressource en eau, la gestion adaptative ainsi que les changements climatiques. Le chapitre suivant vise à mettre de l'avant l'état actuel du fleuve et ses principaux enjeux. Une section importante de ce deuxième chapitre est consacrée à l'établissement des préoccupations des parties prenantes impliquées sur le territoire de la TCR HSLGM; celles-ci sont liées à la gestion intégrée de l'eau dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques. Le troisième chapitre aide d'abord à saisir la complexité entourant la gestion de la ressource par sa qualification de bien commun. Plusieurs usages sont ensuite soulevés, mais deux usages majeurs, soit la navigation commerciale et l'approvisionnement en eau potable, sont traités en mettant l'accent sur l'impact des changements climatiques sur ceux-ci. Certaines rivalités d'usage sont enfin décrites. Le quatrième chapitre traite quant à lui de plusieurs efforts internationaux de gestion intégrée de l'eau qui prennent en compte la variabilité climatique dans leur système de gestion. Cela est d'abord entrepris par le recensement d'efforts de gestion intégrée tandis qu'une part prédominante de cette section est la réalisation de trois études de cas : le projet *Adapt'eau* dans la région Garonne-Gironde en France, l'*Initiative sur l'adaptation et le changement climatique (IACC)* du bassin inférieur du Mékong et le *Delta Programme* des Pays-Bas. Le dernier chapitre porte enfin sur une discussion des apprentissages tirés des efforts de gestion répertoriés à travers le monde, dont les trois études de cas, et fait état de plusieurs recommandations destinées aux parties prenantes faisant partie de la TCR HSLGM.

1 MISE EN CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

Cette section parvient à dresser le portrait du fleuve Saint-Laurent en faisant état de sa situation géographique et de son importance ainsi que d'une synthèse du contexte évolutif de sa gestion. Les concepts de gestion intégrée de la ressource en eau et de gestion adaptative sont ensuite décrits pour finir avec une présentation du phénomène des changements climatiques en mettant l'accent sur le système hydrique. Ces différents éléments représentent la problématique à la base de cet essai qu'est la gestion intégrée de la ressource en eau dans un contexte de climat évolutif.

1.1 Portrait du fleuve Saint-Laurent

Il est d'abord question de situer géographiquement le fleuve et d'établir son importance. La gestion globale du fleuve est par la suite décrite de manière chronologique.

1.1.1 Situation géographique et importance

Tel que mentionné en introduction, le fleuve Saint-Laurent est dominant sur le territoire du Québec. Sa principale source est le lac Ontario et par le fait même, le bassin versant des Grands Lacs. En aval, 244 affluents qui s'y jettent également (Plan d'action Saint-Laurent (PASL), 2012a). Son bassin parcourt deux provinces canadiennes, soit l'Ontario et le Québec et traverse la frontière américaine. Celui-ci se caractérise aussi par son ampleur et par le fait qu'il se divise en trois secteurs bien distincts, soit le sous-bassin des Grands Lacs, le sous-bassin du fleuve Saint-Laurent et les sous-bassins littoraux du golfe du Saint-Laurent (PASL, 2012a; Canada. Environnement Canada, 2015). Ce bassin a une superficie de 1,6 million km², ce qui le classe au troisième rang en termes de superficie en Amérique du Nord, après ceux des fleuves Mississippi et Mackenzie et au treizième rang des plus importants bassins au monde. C'est en raison de cette ampleur et surtout du fait que l'on y trouve d'aussi importants lacs de tête, qu'il constitue une importante réserve mondiale d'eau douce et qu'il a une influence sur les différents processus environnementaux observables en Amérique du Nord (PASL, 2012a).

Le fleuve Saint-Laurent a un débit annuel moyen de 12 600 m³/s au niveau de la ville de Québec et a une longueur de 1 600 km (PASL, 2012a). Comme il sera traité au troisième chapitre, il a une position stratégique préférentielle sur le territoire nord-américain et il possède de nombreuses caractéristiques physiques intéressantes faisant de lui un moteur socio-économique très important en Amérique du Nord. Finalement, il constitue l'une des plus importantes voies navigables commerciales de la planète et possède un écosystème exceptionnel et unique, autant pour sa richesse biologique que pour la beauté de ses paysages. En effet, plusieurs espèces d'oiseaux, de poissons et de plantes sont observables et il a une reconnaissance mondiale, dont quatre zones humides classées RAMSAR (*Convention relative aux zones humides d'importance internationale*, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau) et le lac Saint-Pierre a le statut de *Réserve de la biosphère de l'UNESCO* (Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture). Aussi, son littoral ainsi que les 600 îles présentes dans son cours

constituent 20 % des sites d'aires protégées du Québec. (PASL, 2012a; Canada. Environnement Canada, 2015)

Enfin, le fleuve Saint-Laurent est divisé en trois sections bien distinctes l'une de l'autre. Il y a d'abord son tronçon fluvial entre Kingston en Ontario et le lac Saint-Pierre près de Trois-Rivières. Ce milieu est composé d'eau douce et inclut trois lacs fluviaux, soit les lacs Saint-François, Saint-Louis et Saint-Pierre. L'estuaire constitue la deuxième portion du fleuve permettant la rencontre de celui-ci avec le golfe et où se fait notamment sentir l'effet des marées. Trois secteurs font partie de cette zone, soit l'estuaire fluvial, avec de l'eau douce, l'estuaire moyen où il y a la rencontre des eaux douces et salées et l'estuaire maritime qui accueille le chenal Laurentien qui permet l'apport d'une eau salée, dense et chargée en nutriments provenant de l'océan Atlantique. Finalement, il y a le golfe qui complète ce milieu unique qu'est le fleuve Saint-Laurent. (PASL, 2012a)

1.1.2 Gestion globale du fleuve

La gestion du fleuve évolue depuis près d'un siècle. Il y a d'abord eu la signature du *Traité des eaux limitrophes internationales* entre le Canada et les États-Unis en 1909. Celui-ci avait pour but d'établir certains principes fondamentaux et mécanismes servant à prévenir ou régler les différends sur le plan de la quantité et la qualité de l'eau circulant de part et d'autre de la frontière entre ces deux pays. C'est à la suite de cette signature que la Commission mixte internationale (CMI) fut créée et que celle-ci s'est vue octroyer deux responsabilités majeures : « [...] régir l'utilisation des eaux communes et enquêter sur les problèmes transfrontaliers en vue de recommander des solutions » (Commission Mixte Internationale (CMI), 2015). Ces responsabilités sont encadrées par des mécanismes de collaboration visant une gestion des voies navigables partagées ainsi que par la réalisation d'études environnementales d'intérêt mutuel. Il peut notamment s'agir d'émettre des ordonnances d'approbation comme celle de dérivation des eaux limitrophes, d'agir en tant que conseiller quant à la gestion des niveaux et débits des eaux des Grands Lacs ou de mettre en place une surveillance de la qualité des eaux (Canada. Environnement Canada, 2014). La CMI joue aussi le rôle de conseiller pour les gouvernements canadiens et américains, et ce, en lien avec l'*Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs* datant de 1972 puis modifié à plusieurs reprises dont récemment, en 2012. Cette dernière modification a été établie dans le but d'améliorer et de maintenir l'intégrité chimique, physique et biologique du bassin hydrographique. De plus, cet accord permet aux gouvernements de ces deux pays d'avoir une « [...] vision commune axée sur une région des Grands Lacs saine et prospère dans laquelle l'eau offre des avantages aux générations actuelles et futures, par le biais d'une gestion, d'une exploitation et d'une utilisation récréative réfléchie » (Canada. Environnement Canada, 2013a). Cet accord a donc nécessairement un impact sur la ressource en eau du fleuve étant donné que les Grands Lacs constituent ses plus grandes sources. Enfin, il existe une entente, soit l'*Annexe 2001 à la Charte des Grands Lacs*, visant à protéger les eaux du bassin des Grands Lacs et du fleuve. C'est de cette entente que les gouvernements canadiens et américains se sont entendus sur l'adoption d'une interdiction

de dérivations hors de ce bassin, sauf exceptions, qui sont soumises à des règles et une norme commune. Cette dernière a été adoptée et signée par les dix signataires (canadiens et américains) dans le but d'atténuer les craintes reliées à des projets d'exportation massive d'eau hors du bassin (Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2015a).

Ensuite, une gestion du fleuve a été entreprise par les gouvernements canadiens et québécois depuis les dernières décennies. Dans la décennie 1970, la population québécoise percevait le fleuve comme étant « sale » en raison de son degré de pollution et cet habitat, anciennement de proximité, sain et sécuritaire, a été délaissé par celle-ci. C'est notamment dans ce contexte de pollution bactériologique et toxique que les conflits d'usage ont été davantage soulevés et cela a conduit vers une prise de conscience envers cette ressource d'intérêt commun de la part de plusieurs acteurs concernés par la gestion de la ressource. (L.R. Services-Conseil, 2006) Le gouvernement du Québec, via le ministère de l'Environnement, a donc établi un *Programme d'assainissement des eaux du Québec* en 1978, visant autant les secteurs agricole, urbain et industriel. Celui-ci a contribué à assainir et préserver la ressource en eau du fleuve et de ses différents affluents (Québec. MDDELCC, 2015b). En lien avec les recommandations du *Rapport Brundtland* des Nations Unies de 1987, qui évoquait une gestion durable de la ressource et de manière intégrée, le Conseil des ministres du Québec souhaitait la mise en place d'un plan intégré de mise en valeur du fleuve et de concertation. Un an plus tard, les gouvernements du Canada et du Québec ont donc entrepris une collaboration dans le but d'assurer une gestion du fleuve dans une optique de conservation et de mise en valeur de la ressource.

C'est en lien avec cette coopération qu'un accord est créé et que les *Plans d'action Saint-Laurent* (PASL) ont été mis en place, et ce, par le regroupement d'acteurs communautaires, socio-économiques, environnementaux, municipaux et industriels (Gareau et Lepage, 2005; L.R. Services-Conseil, 2006). Datant de 1988, le premier plan comportant trois phases (dépollution industrielle, approche écosystémique, et engagement communautaire), a été reconduit en 1994 et porte le nom de *Saint-Laurent Vision 2000* (L.R. Services-Conseil, 2006). Celui-ci couvrait sept champs d'intervention, soit la biodiversité, l'agriculture, l'implication communautaire, l'aide à la prise de décision, la santé, la protection et enfin, la restauration (PASL, 2013a). En 1989, il y a eu le lancement par l'Union québécoise pour la conservation de la nature (UQCN) de *Stratégies Saint-Laurent* (SSL), qui avait pour but la participation active de la population à des mesures concrètes de gestion, de suivi et de réhabilitation du fleuve. L'UQCN concentre ses activités sur trois plans, soit exposer la problématique du Saint-Laurent, sensibiliser le public à la portée tant économique qu'écologique du fleuve ainsi que sensibiliser et favoriser la concertation des acteurs impliqués dans le milieu (L.R. Services-Conseil, 2006). De plus, le PASL a encore une fois été reconduit en 1998 et il a également permis la création du Comité de concertation Navigation. Ce dernier a lancé en 2004 la *Stratégie de navigation durable*. Son objectif est d'adapter les pratiques de gestion des intervenants de la navigation commerciale et de plaisance sur le plan des trois sphères du développement durable, soit le volet

environnemental par une réduction des impacts, celui économique en faisant la promotion du transport maritime et enfin, celui social par une harmonisation des usages (Québec. Ministère des Transports du Québec (MTQ), 2015). C'est grâce aux *Plans d'action Saint-Laurent* et à la participation de SSL que les comités Zones d'intervention prioritaire (ZIP) sont apparus et ont permis un zonage écologique et social ainsi qu'une plus grande participation citoyenne. Concrètement :

« [I]es comités ZIP sont des organismes locaux de concertation et d'action, dont le mandat est de regrouper les principaux usagers du Saint-Laurent dans leur territoire et de favoriser leur concertation en vue de résoudre les problèmes locaux et régionaux touchant aux écosystèmes fluviaux et à leurs usages. » (L.R. Services-Conseil, 2006, p. 10)

Simultanément à ces efforts de développement durable, la *Politique nationale de l'eau* du Québec a vu le jour en 2002 et une orientation porte sur la gestion intégrée du Saint-Laurent (Québec. MDDELCC, 2015c). De plus, les gouvernements québécois et ontarien ainsi que les gouverneurs des huit États américains des Grands Lacs ont signé en 2005 une *Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent* (Québec. MDDELCC, 2015a). La même année, une quatrième entente, soit le *Plan d'action Saint-Laurent 2005-2010*, a vu le jour. En 2009, la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection* a été sanctionnée et contient parmi ses objectifs de mettre en œuvre une gestion intégrée du Saint-Laurent (GISL) et a aussi confirmé le statut juridique de la ressource en eau comme étant un patrimoine de la collectivité (PASL, 2014a). En 2012, il y a aussi eu la publication d'une étude sur la régulation des niveaux d'eau des Grands Lacs d'amont. De cette étude, la CMI a émis une directive afin de développer un plan de gestion adaptative pour le secteur des Grands Lacs et du fleuve (Équipe de travail internationale sur la gestion adaptative des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, 2013).

Plus récemment, le *Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026* a été élaboré dans le but de poursuivre la collaboration établie entre les gouvernements canadiens et québécois. Celui-ci mise sur l'adaptation aux nouvelles problématiques pour lesquelles le fleuve est soumis, comme la lutte contre les espèces envahissantes, la présence de polluants pharmaceutiques et bien entendu l'évaluation des effets des changements climatiques. Ce plan comporte également deux outils d'aide à la décision. D'une part, il y a le programme *Prévision numérique environnementale du Saint-Laurent* qui favorise la simulation de l'évolution de certains phénomènes physiques, biologiques ou chimiques ainsi que de prévoir l'état de l'environnement terrestre et aquatique. C'est ainsi que les débits, la santé de l'écosystème et la température sont évalués, favorisant ainsi la prédiction de la dynamique et l'état de l'écosystème, de servir d'appui aux interventions de santé publique, de faire des évaluations environnementales et de soutenir les activités socioéconomiques. En matière de changement climatique global, cet outil favorise l'adaptation aux conditions futures et permet de visualiser l'impact de celles-ci sur la ressource et peut également servir à prévoir l'incidence de plusieurs scénarios de climat évolutif sur certains usages. (PASL, 2013b) D'autre part, il y a le programme *Suivi de l'état du Saint-Laurent*, déjà présent, qui regroupe 21 indicateurs selon plusieurs thématiques (eau, sédiments, ressources biologiques, usages et rives) (PASL, 2015a). Ce plan a aussi

permis la création de trois comités de concertation, soit agriculture, changements climatiques et navigation. Plusieurs enjeux sont traités dans ce PASL, comme la conservation de la biodiversité, la pérennité des usages et l'amélioration de la qualité de l'eau. (PASL, 2012b). Ceux-ci seront traités lors du deuxième chapitre en plus de faire un portrait global de l'état du Saint-Laurent et de cerner les préoccupations de plusieurs acteurs concernés par le secteur de la gestion de l'eau.

C'est dans le cadre du PASL que les tables de concertation régionales (TCR) seront créées pour un total de douze. À ce jour, cinq d'entre elles ont été formellement créées par le ministère de l'Environnement du Québec : Haut-Saint-Laurent et du Grand-Montréal, Lac Saint-Pierre, Région de Québec, Sud de l'estuaire moyen et Îles-de-la-Madeleine. L'Annexe 1 permet de visualiser les différentes zones géographiques des TCR ainsi que sur la zone 1-Haut-Saint-Laurent et du Grand-Montréal. Les TCR souhaitent favoriser la concertation entre les différents acteurs du milieu et aussi participer au développement du fleuve par l'adoption, la mise en place et à la réalisation d'un plan de gestion intégré régional (PGIR). En raison de la finalité de cet essai, une attention particulière est portée autour de la réalité de la TCR HSLGM. Finalement, la *Stratégie maritime du Québec* a été lancée en 2015 où le développement durable est encore une fois au cœur de celle-ci. Le Tableau 1.1 offre un récapitulatif des organisations qui ont contribué aux efforts de gestion du fleuve au cours du dernier siècle.

Tableau 1.1 Récapitulatif des organisations en lien avec la gestion du fleuve Saint-Laurent

Entité	Contribution	Date significative
Gouvernements du Canada et des États-Unis	<i>Traité des eaux limitrophes internationales</i> entre le Canada et les États-Unis; Création de la Commission mixte internationale	1909
Gouvernement du Canada	<i>Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs</i>	1972; 2012
Gouvernement du Québec	<i>Programme d'assainissement des eaux</i>	1978
Gouvernements du Canada et du Québec	<i>Plans d'action du Saint-Laurent</i>	1988, 1994, 1998, 2005, 2011
Union québécoise pour la conservation de la nature	Stratégies Saint-Laurent	1989
Gouvernements du Canada et du Québec	Comités Zones d'intervention prioritaire	1994
Gouvernement du Québec	<i>Politique nationale de l'eau</i>	2002
Comité concertation Navigation	<i>Stratégie de navigation durable</i>	2004
Gouvernements du Québec, de l'Ontario et des huit États américains des Grands Lacs	<i>Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent</i>	2005

Tableau 1.1 Récapitulatif des organisations en lien avec la gestion du fleuve Saint-Laurent (suite)

Entité	Contribution	Date significative
Gouvernements du Canada et du Québec	<i>Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection</i>	2009
Gouvernements du Canada et du Québec	Tables de concertation régionale, dont celle du Haut-Saint-Laurent-Grand Montréal	2014
Gouvernement du Québec	<i>Stratégie maritime du Québec</i>	2015

1.2 Problématique

Cet essai se démarque par la combinaison d'éléments formant une problématique complexe, soit la gestion intégrée et adaptative ainsi que le phénomène des changements climatiques en mettant l'accent sur la ressource en eau.

1.2.1 Concepts de la gestion intégrée de la ressource en eau et de la gestion adaptative

Tout d'abord, le développement durable est au cœur de la gestion de la ressource en eau. Celui-ci se définit comme étant : « [l]e développement qui répond aux besoins du présent, sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins » (Commission des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CMED), 1987, p. 8). La gestion durable de l'eau doit donc se faire dans la même optique, soit un système qui est conçu et mis en application dans le but de satisfaire aux besoins de la société actuelle et future, tout en misant sur l'intégrité écologique, environnementale et hydrologique de la ressource (Loucks, 2000). Ensuite, les enjeux et les préoccupations entourant la gestion de la ressource en eau ne sont pas nouveaux. En effet, la communauté internationale s'y intéresse depuis de nombreuses années. Il y a d'abord eu la *Conférence des Nations Unies sur l'environnement* à Stockholm en 1972 qui intègre un principe en lien avec l'eau et sa gestion :

« [l]es ressources naturelles du globe, y compris l'air, l'eau, la terre, la flore et la faune, et particulièrement les échantillons représentatifs des écosystèmes naturels, doivent être préservés dans l'intérêt des générations présentes et à venir par une planification ou une gestion attentive selon que de besoin. » (Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), 1972)

À la suite de la déclaration de Stockholm, la première *Conférence des Nations Unies sur l'eau* a eu lieu à Mar del Plata en 1977. Un plan d'action a découlé de cette conférence de l'UNESCO et l'eau a été définie comme un bien commun à l'aide du principe suivant :

« [q]uel que soit leur niveau de développement et leur situation sur le plan socio-économique, tous les êtres humains devraient avoir accès à un approvisionnement en eau potable de qualité et en quantité suffisante pour satisfaire leurs besoins essentiels. » (Information sur le développement durable, 2011a)

Il y a eu par la suite la *Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement*, ou plus communément appelé le « Sommet de la Terre » de Rio de 1992. C'est lors de ce sommet que l'approche de Gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) a été approuvée dans l'optique de faire face aux défis environnementaux tout en satisfaisant les usagers de la ressource. Plusieurs principes touchant la problématique de l'eau, de sa gestion, sous une approche participative, et du climat font partie de l'Agenda 21 du « Sommet de la Terre » de Rio. D'autres conférences internationales se sont aussi intéressées à la gestion de l'eau, comme les *Forums mondiaux de l'eau* (Marrakech 1997; Hague 2000; Kyoto 2003; Mexico 2006; Istanbul 2009; Marseille 2012) ou la *Conférence internationale sur l'eau douce* à Bonn en 2001. Finalement, c'est en 2002 que l'approche GIRE a été réitérée, et ce, lors du *Sommet mondial sur le développement durable* de Johannesburg où plusieurs principes en témoignent. (Information sur le développement durable, 2011b; Sadoff et Muller, 2010; Medema et Jeffrey, 2005)

Au cours des dernières décennies, plusieurs modèles de gestion des ressources naturelles ont été développés en mettant l'accent à la fois sur l'aspect économique et écologique de ceux-ci. Pour ce qui est de la gestion de la ressource en eau, il a été possible de voir apparaître deux modèles forts pertinents, soit la GIRE ainsi que la gestion adaptative. Ceux-ci permettent ainsi la récolte d'un ensemble de connaissances scientifiques facilitant une utilisation durable de la ressource. La complexité, la variation et l'incertitude sont trois termes qui caractérisent l'environnement (social et naturel) et les modèles développés doivent être le reflet de ceux-ci. (Medema et autres, 2008) Dans un premier temps, l'approche GIRE est abordée pour faire place dans un deuxième temps à l'approche de gestion adaptative. Selon le Global Water Partnership (GWP), la GIRE :

« [...] est un processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnées de l'eau, des terres et des ressources associées, en vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux » (traduction libre de : Global Water Partnership (GWP), 2012a).

À l'aide de cette définition, il est possible de bien percevoir les trois piliers du développement durable dans cette approche. Puisque ceux-ci sont dynamiques, le GIRE se doit d'être sensible et d'avoir une capacité d'adaptation aux changements. Ce concept tend vers l'atteinte de trois objectifs stratégiques essentiels, soit de parvenir à une efficacité afin de rendre disponible et d'exporter la ressource en eau, de répartir équitablement cette ressource entre les différents groupes sociaux et économiques et finalement, d'entreprendre cette gestion de manière durable sur le plan environnemental, et ce, en portant une attention particulière à la protection de la ressource en eau ainsi qu'aux écosystèmes associés. La GIRE se doit aussi d'être considérée comme étant un processus itératif sur le long terme et non pas une approche visant un but ultime à atteindre, mais bien de rechercher un équilibre. (GWP, 2012a; Medema et autres, 2008) Ce processus est multidimensionnel par l'intégration du temps, de l'espace, de la multidisciplinarité et enfin,

des différentes parties prenantes (Thomas et Durham, 2003). La GIRE tend vers une meilleure compréhension des interactions entre les hommes et les écosystèmes (Medema et autres, 2008). Le GWP mentionne également que trois composantes (voir Figure 1.1) sont nécessaires à la mise en œuvre de la GIRE, soit un environnement législatif et politique favorable, un cadre institutionnel composé des différents acteurs, autant dans les secteurs publics et privés que locaux et spécifiques au milieu et enfin, un ensemble d'outils de gestion permettant la collecte de données et d'évaluer l'état et les besoins de la ressource (Medema et autres, 2008).

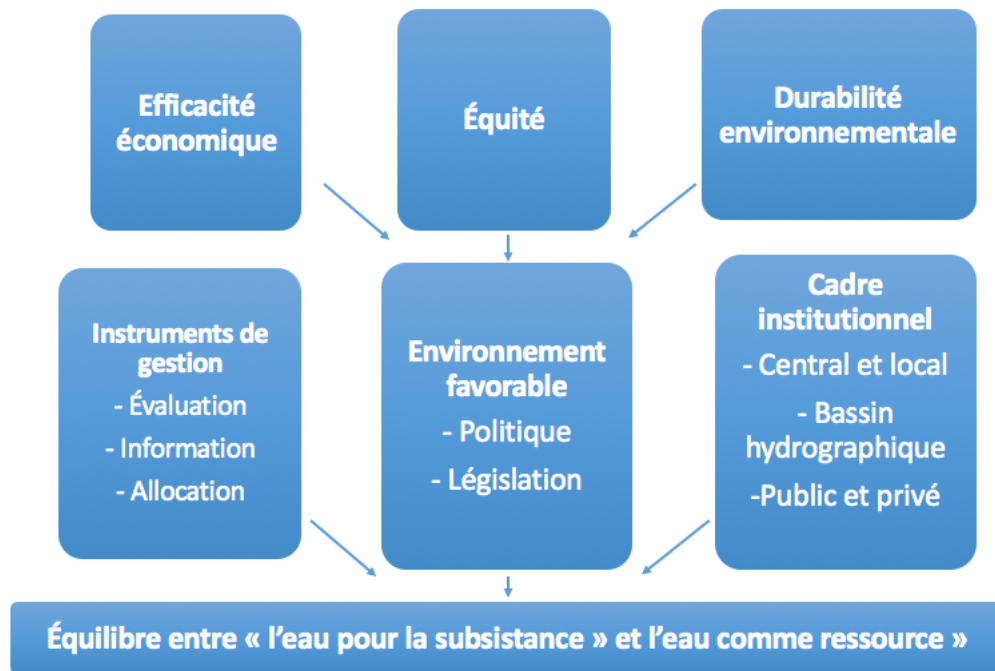


Figure 1.1 Trois composantes de la mise en œuvre de la GIRE (traduction libre de : Jonch-Clausen, 2004, p. 16)

De plus, il existe un cadre de référence qui inclut les différentes étapes à suivre et l'Annexe 2 permet de visualiser sa schématisation. La première étape est d'établir l'état de la ressource et les objectifs généraux. Celle-ci sera suivie d'un renforcement de l'engagement des intervenants envers un processus de réforme. En effet, il doit y avoir une volonté politique et une consolidation vers un dialogue entre les différentes parties prenantes, et ce, dans le but de cerner les actions prioritaires à entreprendre. La troisième étape est d'évaluer les écarts ou lacunes entre les pratiques de gestion actuelle et celles qui sont nécessaires à la résolution des problèmes soulevés à l'étape précédente. Il faut ensuite concevoir une stratégie de gestion ainsi qu'un plan d'action, ce qui aidera à déterminer une ligne directrice et des actions en lien avec d'autres processus de planification. Le plan d'action devra ensuite être adopté, ce qui facilitera son acceptation auprès des différentes parties prenantes. Un cadre de référence pour sa mise en œuvre devra par la suite être établi, tels les rôles institutionnels ainsi que les instruments de gestion. La dernière étape consiste à

faire un suivi et une évaluation des progrès, à l'aide d'indicateurs appropriés, visant l'atteinte des objectifs. (Medema et autres, 2008; Jonch-Clausen, 2004; GWP, 2012b) Finalement, ce cycle est composé de boucles de rétroaction obtenues grâce à la participation active des différents acteurs du milieu et doit parvenir à développer une approche systémique (Medema et Jeffrey, 2005).

L'un des objectifs centraux de la GIRE est de s'assurer que tous les usagers ainsi que les gestionnaires de la ressource aient une bonne connaissance des différents défis et des méthodes pouvant les aider à s'adapter et à avoir accès à des mécanismes institutionnels et de gouvernance. Un autre objectif est de créer des organisations dynamiques qui ont la capacité de réagir de manière stratégique face à l'évolution de leur milieu. La GIRE permet aussi d'intégrer dans sa mise en application la « [...] nature holistique du cycle de l'eau » (Sadoff et Muller, 2010). Le *Water Accounting for Integrated Water Resources Management* est notamment un système qui tient compte de cette composante par la comptabilisation des flux (apports, pertes, réserves, prélèvements, etc.) afin de déterminer le stock disponible d'un bassin hydrographique (Luc, 2005; Durand-Dastes, 2014). Il considère également les besoins hydriques des écosystèmes. Son recours par les gestionnaires de la ressource offre l'opportunité de faire des économies en eau, d'augmenter la productivité du système en plus d'expérimenter des options d'intervention pouvant être par la suite modélisées afin d'en visualiser les effets (Br schweiler, 2003).

L'intégration du cycle hydrologique dans l'approche de la GIRE donne aussi lieu à la volonté qu'aucun usage de l'eau, autant sur le plan environnemental, social ou économique ne prédomine par rapport aux autres : aucun usage ne peut être considéré comme sacro-saint. En effet, cette approche s'articule dans l'amalgame d'un ensemble d'éléments, soit les usagers, les utilisations, les menaces, etc., formant un tout complexe et dynamique. De plus, ces différents éléments sont liés entre eux et envers la préservation de la ressource hydrique. Cela ne peut donc pas s'effectuer sans la participation d'institutions fortes, efficaces et ayant une capacité d'adaptation. La fragmentation des actions est à proscrire tandis que des initiatives à long terme et durables sont à favoriser avant tout. Cette approche mise également sur le principe de prévention, qui est dominant sur le plan du développement durable, et ce, par la mise en œuvre de mesures préventives, telle la gestion de catastrophes en informant les différents usagers des risques. (Sadoff et Muller, 2010) Finalement, la GIRE peut être soutenue par l'approche de gestion adaptative qui est un moyen de créer des boucles de rétroaction de manière continue en fonction du contexte local et des situations (Medema et Jeffrey, 2005).

La gestion adaptative est un changement de paradigme de la gestion des ressources naturelles qui a été développé dans les années 1970 par l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués à Vienne. Cela avait pour but de répondre au besoin de disposer d'un mode de gestion pouvant être pratiqué dans un contexte d'incertitude, de complexité et d'auto-organisation. Ce modèle favorise donc la conception et la mise en œuvre d'un système de gestion offrant l'opportunité d'expérimenter et de comparer les politiques et les pratiques en place par une évaluation de celles-ci. (Holling, 1978) L'approche peut être définie comme

étant un processus visant à faire face à l'incertitude et il est basé sur un modèle d'apprentissage par rapport à un domaine (ici la ressource en eau) ainsi que sur l'ensemble du système qui le compose (Shea et The NCEAS Working Group on Population Management, 1998). En effet, le développement d'une capacité d'adaptation favorise l'innovation menant à des politiques et pratiques qui améliorent la résilience et la durabilité du système (Magnuszewski et autres, 2005). D'après le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), la résilience est :

« [...] la capacité des systèmes sociaux, économiques ou écologiques à faire face aux événements dangereux, tendances ou perturbations, à y réagir et à se réorganiser de façon à conserver leurs fonctions essentielles, leur identité et leur structure, tout en maintenant leurs facultés d'adaptation, d'apprentissage, et de transformation » (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2014, p. 5).

Ce type de gestion met l'accent sur quatre éléments, soit l'établissement d'objectifs qui génèrera inévitablement certains conflits, la conception et l'évaluation d'alternatives créatives, le traitement de l'incertitude et enfin, l'intégration des valeurs appartenant aux différentes parties prenantes (Ohlson, 1999). Cette approche admet aussi que l'interaction entre l'homme et les écosystèmes est imprévisible et qu'il est nécessaire de faire un effort de gestion adaptative pour tester des hypothèses et ainsi percevoir la réaction du système face à cette intervention (Gunderson, 1995; Johnson, 1999). Un processus cyclique d'amélioration continue et de réforme des processus organisationnels fait également partie de son concept. Les étapes de sa mise en place et de sa réalisation sont les suivantes : la formulation et la planification de politiques, la mise en œuvre par des actions concrètes, le suivi et l'évaluation à l'aide d'indicateurs ainsi que l'ajustement des pratiques en réponse aux résultats obtenus. Pour améliorer la qualité des décisions prises à chaque étape, l'implication et la participation des parties prenantes sont primordiales (Medema et Jeffrey, 2005).

De plus, trois composantes forment cette approche systémique, soit des processus génériques (définir des limites; identifier des incertitudes; choisir des indicateurs; générer des hypothèses; concevoir des expérimentations), des grands principes (apprentissage continu et délibéré; approche systémique; intégration de la gestion et de la recherche; science et expérimentation formelle) et des outils primaires (modélisation; interdisciplinarité; concept d'expérimentation; ateliers) (Ohlson, 1999). L'intégration des trois piliers du développement durable est aussi présente et il y a un réel effort de concertation visant à intégrer les expériences interdisciplinaires et les connaissances scientifiques (Holling, 1978; Walters, 1997). Enfin, l'anticipation des effets des différentes actions de gestion fait partie du processus. Pour que celui-ci ait du succès, il doit y avoir une forte collaboration et une participation active des différentes parties prenantes ainsi qu'un grand accès à l'information concernant la ressource, et ce, tout au long du processus d'apprentissage (Margoluis et Salafsky, 1998; Lee, 1999). Enfin, il est primordial d'investir dans la recherche, la surveillance et la modélisation pour évaluer les différentes alternatives menant vers une gestion durable de la ressource (Prato, 2003).

Les deux cadres de référence misent sur la manière optimale de produire un savoir lié à une utilisation durable de la ressource dans un contexte complexe. La GIRE concentre plutôt ses efforts sur l'intégration et la coordination par des approches de négociation entre les différents intervenants du milieu tandis que la gestion adaptative est basée sur l'incertitude et l'apprentissage (Milot et autres, 2013). Ceux-ci comportent toutefois certaines faiblesses. D'une part, certains critiquent ces deux modèles en évoquant de nombreux obstacles : les défis institutionnels et de gouvernance, le manque de flexibilité sur le plan de leurs cadres analytiques, l'incertitude quant à la garantie de résultats, leurs définitions respectives ambiguës, leur gestion de la complexité, des coûts et du risque ou le passage difficile de la théorie à la mise en œuvre et à l'application pratique de ces modèles (Medema et Jeffrey, 2005). De plus, l'adaptation au contexte local semble assez laborieuse en raison des différentes conditions physiques, économiques, sociales, culturelles et juridiques particulières à chacun des milieux (Biswas, 2004). D'autre part, sur le plan conceptuel, ces deux concepts pourraient être complémentaires. En effet, la GIRE peut être perçue comme étant un objectif à atteindre et la gestion adaptative est une approche de gestion qui permettrait sa réalisation (Pahl-Wostl et autres, 2005). Cette synergie reste toutefois à être étudiée et à être validée à l'aide de cas pratiques (Medema et Jeffrey, 2005).

Afin d'introduire la deuxième composante qui compose la problématique de cet essai, le Tableau 1.2 constitue un sommaire des facteurs favorables et défavorables à considérer le phénomène des changements climatiques lors des prises de décision des acteurs dans le cadre de la GIRE.

Tableau 1.2 Intégration du changement climatique global à la prise de décision (tiré de : Milot et autres, 2013, p. 21)

Facteurs favorables	Facteurs défavorables
<ul style="list-style-type: none"> • Présence de catastrophes ou d'évènements climatiques extrêmes qui déclenchent des réactions auprès des citoyens • Influence des politiques nationales et internationales en matière de changements climatiques • Changements institutionnels favorables • Opportunités de financement des stratégies d'adaptation ou des projets d'adaptation • Possibilités de modification des usages du territoire (aménagement territorial) • Cadre institutionnel flexible • Ressources de la communauté • Bonne connaissance des impacts des changements climatiques à l'échelle pertinente • Flexibilité dans l'usage de la ressource 	<ul style="list-style-type: none"> • Vision des problèmes à court et moyen terme (max : vingt à trente ans) • Incertitude quant aux impacts précis des changements climatiques • Incertitude dans les scénarios climatiques • Poids relatif au sein d'un ensemble de facteurs ayant une influence immédiate • Manque de ressources financières proportionnelles à l'importance des projets proposés • Manque ou absence de coopération horizontale • Variabilité des perceptions du risque • Manque de capital social • Manque de coopération transfrontalière (le cas échéant)

Pour faire face aux changements climatiques, les gestionnaires de la ressource hydrique doivent avoir une bonne compréhension de la complexité et de la dynamique en ce qui concerne la variabilité climatique. Ils doivent également détenir une connaissance des impacts sur l'offre et la demande de l'eau des différents usages et utilisateurs de la ressource en plus d'avoir la capacité de répondre à la variabilité qui évoluera dans le temps. De plus, l'un des éléments centraux des stratégies d'adaptation est la réalisation et la préservation de la sécurité en eau. (Sadoff et Muller, 2010) Celle-ci se définit comme étant :

« [...] l'existence d'une réserve d'eau fiable en quantité et qualité suffisante pour assurer la santé, les moyens d'existence et la production, associée à un niveau jugé acceptable de risques liés à l'eau » (Grey et Sandoff, 2007, p. 548).

Dans le cas présent, il est possible d'aller à un niveau supérieur et de vouloir exploiter la ressource pour ses avantages tant économiques, sociaux qu'environnementaux par un usage durable et pérenne de celle-ci. Pour ce faire, il est primordial d'investir dans trois domaines, appelés les « 3 I » (Sadoff et Muller, 2010), soit dans une Information facile d'accès et de qualité, dans des Institutions ayant une bonne capacité d'adaptation et enfin, dans des Infrastructures tant naturelles qu'artificielles de transport, stockage et traitement de la ressource. La consultation ainsi que la gestion adaptative contribuent aussi au succès de la gestion de la ressource en eau. De plus, les institutions se doivent d'interagir au niveau des différents paliers administratifs ainsi que de s'inscrire dans la continuité du cadre de référence gouvernemental. (Sadoff et Muller, 2010)

Enfin, pour qu'une gestion soit entreprise dans une optique de durabilité, qui est ici l'objectif souhaité, plusieurs compromis sont nécessaires, et ce, pour arriver à un équilibre entre l'équité sociétale, les priorités environnementales et l'économie formant ainsi un indicateur de développement durable (Sadoff et Muller, 2010; Odendaal, 2002). C'est à l'aide des « 3 I » (Sadoff et Muller, 2010) qu'il est possible d'y parvenir. La communication entre les différents acteurs et usagers de la ressource permet une meilleure prise de décision quant à sa gestion. De plus, cela aide à l'atteinte d'objectifs parvenant à une sécurité en eau et à son développement, et ce, grâce à des institutions qui ont la capacité de s'engager dans un réel dialogue entre les acteurs impliqués dans le milieu de la gestion de l'eau. Il faut qu'il y ait une prise de conscience des incertitudes qui subsistent pour pouvoir y faire face et aussi les aider à relever les défis de la gestion de la ressource en eau dans ce type de contexte évolutif (Sadoff et Muller, 2010).

1.2.2 Changements climatiques et évolution des ressources en eau

Le changement climatique est défini comme étant une variabilité de l'état du climat qui provient de deux types de processus, soit internes naturels ou forçages externes, comme les fluctuations des cycles solaires, les activités volcaniques et les activités anthropiques. De plus, selon la *Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*, le changement climatique global est attribué de manière directe ou indirecte aux activités humaines qui modifient la composition atmosphérique mondiale s'ajoutant à la variabilité naturelle du climat. Le forçage radiatif, qui est un perturbateur du climat, est une variation du

flux de rayonnement (différence entre l'éclairement descendant et celui ascendant) au niveau de la tropopause atmosphérique qui est occasionnée par une modification de certains paramètres, tels le dioxyde de carbone (CO_2) ou le rayonnement solaire. (GIEC, 2013) La Figure 1.2 présente l'évolution de la température moyenne mondiale et annuelle à la surface de la Terre à la fin du 20^e siècle (1860 à 2010) sous forme de séries chronologiques selon deux ensembles de modèles climatiques. Sur le graphique en haut à gauche, les estimations des observations sont représentées par la ligne noire tandis que les simulations des forçages naturels sont évoquées par les lignes jaunes et bleues (les lignes fines indiquent les résultats des températures tandis que les lignes épaisses sont les moyennes des variations de température). Ces lignes jaunes et bleues représentent l'évolution naturelle du climat en ne considérant que, par exemple, les fluctuations solaires, océaniques ou les éruptions volcaniques. Le graphique du bas illustre quant à lui les mêmes simulations en y ajoutant cette fois les forçages anthropiques, donc l'amplification de l'effet de serre lié aux activités humaines, comme la propagation d'aérosols ou de certains gaz à effet de serre, tel le CO_2 . Ce dernier symbolise davantage la réalité observée (ligne noire sur les graphiques) et favorise la visualisation des phases de réchauffement climatique à travers le temps. (GIEC, 2013; Beniston, 2015)

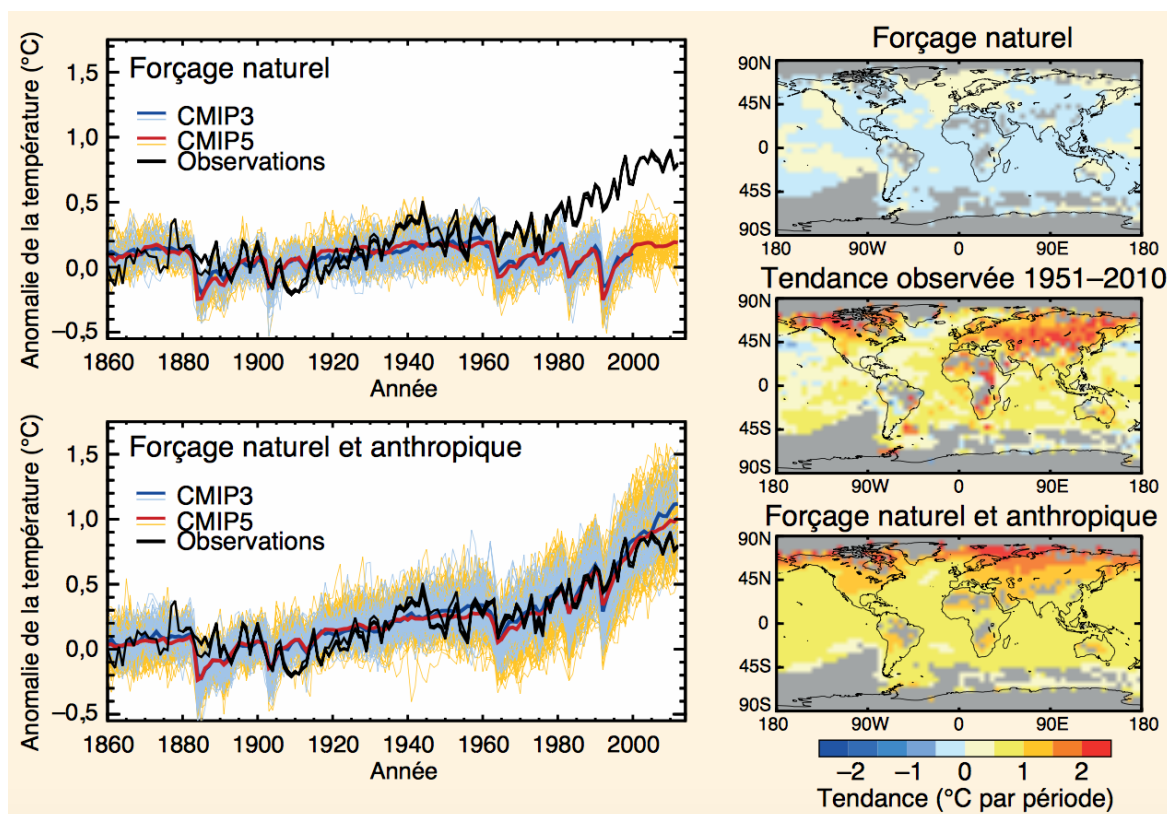


Figure 1.2 Représentation de l'évolution des températures (tirée de : GIEC, 2013, p. 160)

La portion droite de la Figure 1.2 sert à visualiser les « [...] configurations spatiales des tendances locales de la température en surface de 1951 à 2010 » (GIEC, 2013, p. 160), et ce, en comparant les tendances

liées aux forçages naturels par rapport à celles incluant les forçages naturels et anthropiques. Encore une fois, la tendance incluant les deux facteurs correspond davantage à la tendance observée. (GIEC, 2013)

De cette figure, il est également possible de constater que le facteur humain est le facteur dominant du réchauffement pouvant être observé au cours du dernier siècle et plus particulièrement, depuis les dernières décennies. Il constitue aussi une réponse basée sur la science et la physique de l'effet anthropique et donc de la part de la responsabilité humaine par rapport au réchauffement climatique (Beniston, 2015).

La représentation schématique suivante (Figure 1.3) illustre l'effet du réchauffement planétaire sur les différentes composantes du système climatique (le sens des flèches représente l'augmentation ou la diminution du changement sur la composante). Ces modifications proviennent des changements sur le plan de plusieurs indicateurs, soit la hausse des températures moyennes à la surface de la planète depuis 1900, l'élévation des températures des surfaces terrestres et océaniques et le réchauffement de la masse d'air atmosphérique ainsi que de la masse océanique. (GIEC, 2013)

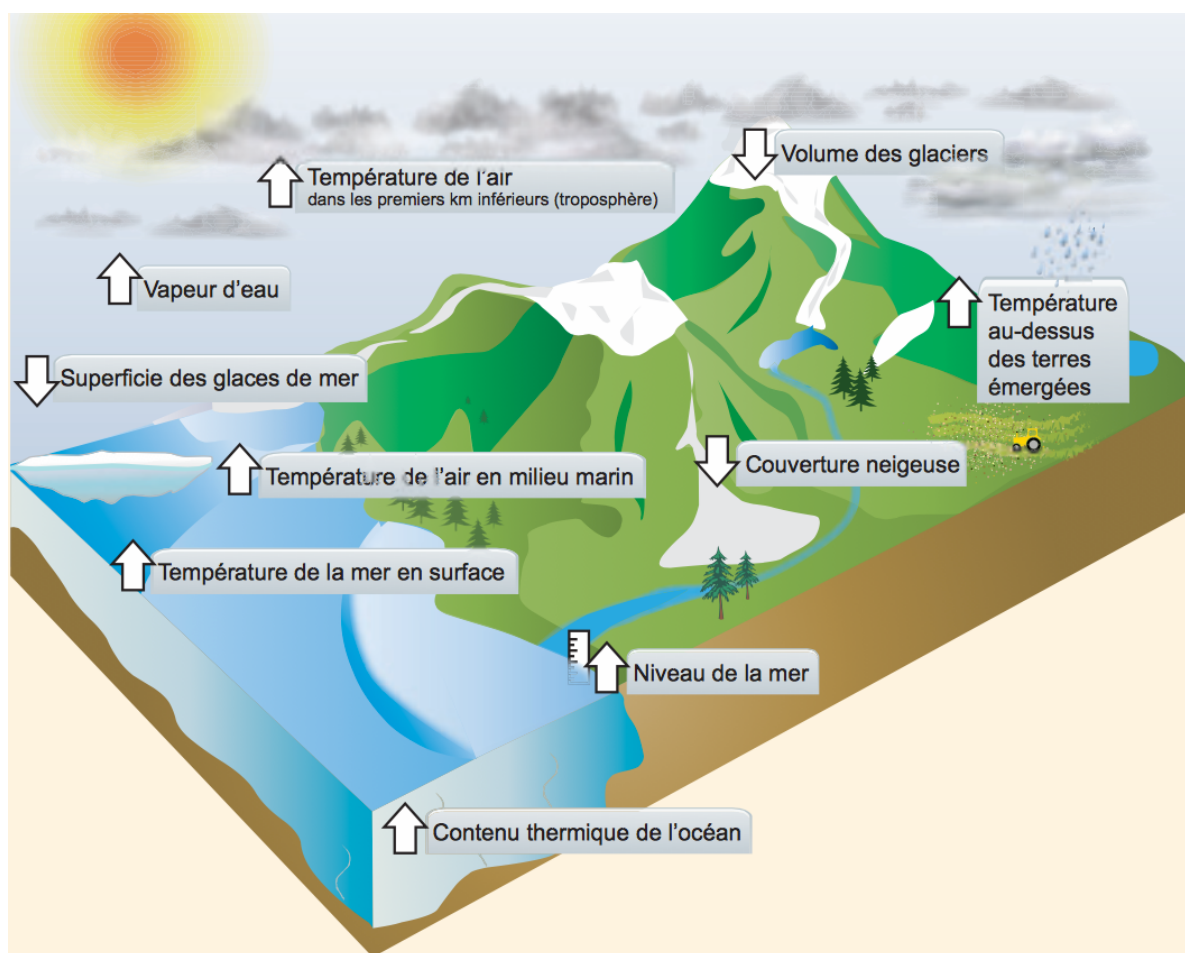


Figure 1.3 Changements observables à travers les différentes composantes du système climatique
(tirée de : GIEC, 2013, p. 123)

La Figure 1.4 évoque, grâce à des « cartes des moyennes multimodèles » (GIEC, 2013, p. 22) selon certains scénarios climatiques, d'une part, l'évolution de la température moyenne en surface entre 1986-2005 ainsi que les projections entre 2081-2100 et d'autre part, l'évolution moyenne des précipitations selon les mêmes périodes (GIEC, 2013). Il est donc possible de voir qu'il y aura une augmentation de ces deux paramètres au Québec.

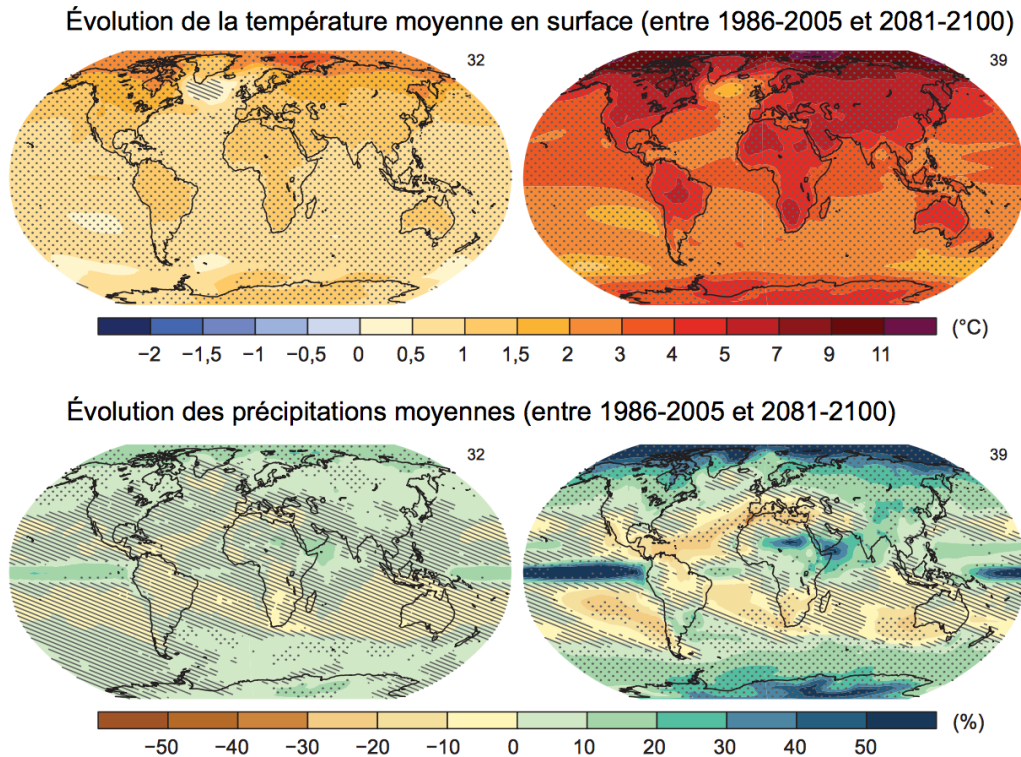


Figure 1.4 Évolution de la température moyenne et des précipitations mondiales (tirée de : GIEC, 2013, p. 22)

Ensuite, il est important de mentionner que l'eau sera le principal élément naturel qui perturbera les populations, les écosystèmes ainsi que l'économie, et ce, sur le plan mondial. Effectivement, la menace sur la sécurité en eau, les effets sur l'agriculture ou l'augmentation des épisodes d'inondations sont des éléments très perturbateurs. (Sadoff et Muller, 2010) Cette constatation n'est pas récente. En effet, c'est lors de la deuxième conférence sur le changement climatique, en 1990, qu'il a été déclaré que :

« [...] les répercussions sur le cycle hydrologique et sur les systèmes de gestion de l'eau, et à travers eux, sur les systèmes socioéconomiques font partie des effets le plus importants du changement climatique » (Assemblée générale des Nations Unies, 1990, p. 9).

Le cycle hydrologique se définit comme étant l'eau qui est stockée sur la Terre sous différentes phases (liquide, solide et gazeuse) ainsi que les mouvements d'eau ayant lieu dans le système climatique planétaire (GIEC, 2014). Celui-ci va subir une certaine évolution. De manière globale, l'Annexe 3 présente à l'aide de

modèles climatiques la variation moyenne annuelle du cycle hydrologique pour la période 2080-2100 par rapport à celle de 1986-2005 selon plusieurs paramètres (précipitations, évaporation, précipitations-évaporation, humidité relative, écoulement, humidité au sol). Pour ce qui est de l'Amérique du Nord, les modèles climatiques laissent présager qu'il y aura des conditions plus humides, et ce, en raison de l'atmosphère plus chaude, favorisant une plus grande accumulation d'eau dans celle-ci, ce qui provoquera plus de précipitations. Ce climat plus chaud va aussi permettre aux systèmes dépressionnaires extratropicaux de transporter plus d'eau vers l'Amérique du Nord. Il est important de noter que ces changements à la hausse sur le plan des précipitations seront plus accrus durant les périodes hivernales tandis que les périodes estivales seront plus sèches. (GIEC, 2013) La Figure 1.5 illustre cette évolution des précipitations prévues selon deux périodes (2090-2099 par rapport à 1980-1999).

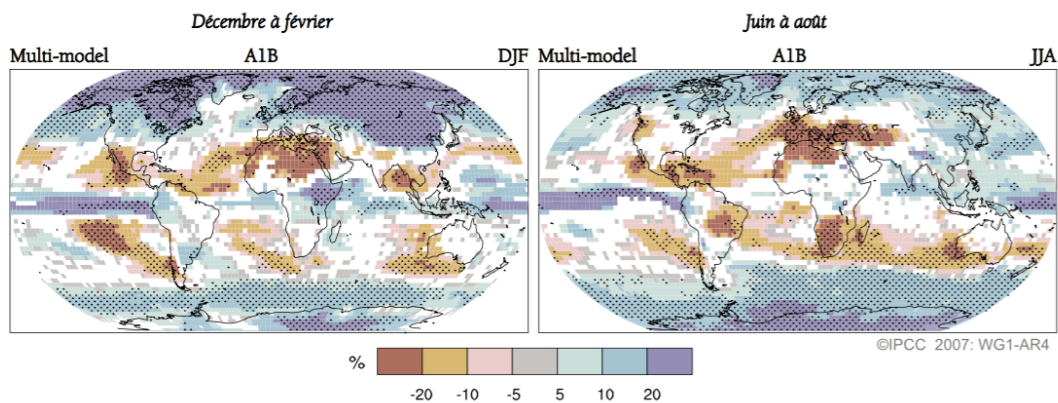


Figure 1.5 Modélisation de l'évolution des précipitations (tirée de : GIEC, 2007b, p. 16)

D'après les simulations faites par les experts du GIEC pour l'hémisphère nord, la couverture neigeuse du mois de mars et avril devrait diminuer de 10 à 30 % en moyenne d'ici la fin du siècle. Il y aura aussi une fonte printanière prématurée ce qui modifiera les pics de débits des cours d'eau. En été, les débits devraient diminuer ce qui pourrait affecter les usagers de la ressource en eau. (GIEC, 2014) À l'heure actuelle, malgré qu'il est possible de modéliser avec beaucoup de précision la relation entre l'augmentation des températures et la modification du régime des précipitations, il est plus complexe de faire une modélisation des effets du changement climatique global sur le débit fluvial ainsi que la recharge des nappes phréatiques (Sadoff et Muller, 2010). De plus, ce sont les modifications du régime hydrologique ainsi que des débits fluviaux qui affecteront les différents usages de l'eau. Donc, même s'il n'est pas possible de faire des prévisions sans une certaine part d'incertitude, il est important que les gestionnaires de la ressource en eau agissent dès maintenant, et ce, en ayant une vision à long terme.

Concrètement, l'augmentation des températures due aux changements climatiques aura comme conséquences la modification accrue du volume d'eau disponible, par l'entremise de la vapeur d'eau, ainsi qu'un stress sur le cycle hydrologique, et ce, à travers le monde, mais pouvant varier d'une région à l'autre.

Cela créera ainsi un effet de levier qui évoluera vers des impacts non négligeables sur la ressource. De plus, des événements climatiques extrêmes, comme des inondations ainsi que des périodes de sécheresse, seront de plus en plus fréquents et se démarqueront par leur forte intensité. (Sadoff et Muller, 2010; GIEC, 2007a) De plus, ces changements par rapport à la variabilité des précipitations pourraient avoir un effet sur les différents services écosystémiques fournis par la ressource. L'eau, comme bien d'autres éléments de l'écosystème, fournit certains biens et services : approvisionnement en eau (aliments et biens, approvisionnement en eau, production piscicole, énergie hydroélectrique, transport, etc.), régulation (protection contre les risques d'inondations, élimination des nutriments, régulation de la température, capture du carbone atmosphérique, recharge des nappes souterraines, contrôle de la pollution, etc.), culturel (divertissement, valeurs esthétiques et de patrimoine, etc.) et enfin de soutien (habitat et biodiversité) (Van der Meulen et Brils, 2008). Enfin, en raison d'un climat plus chaud qui est associé à un taux d'évaporation plus soutenu ainsi qu'un assèchement plus rapide des sols, un volume plus faible d'eau s'écoulera dans les fleuves ou s'infiltrera dans les nappes phréatiques (Sadoff et Muller, 2010).

2 ÉTAT, ENJEUX ET PARTIES PRENANTES

Ce chapitre vise d'abord à effectuer la synthèse de l'état de santé actuel du fleuve Saint-Laurent. Les principaux enjeux en lien avec la ressource en eau de ce milieu sont ensuite exposés. Enfin, les enjeux et préoccupations locales des parties prenantes impliquées sur le territoire de la TCR HSLGM par rapport à la gestion intégrée de la ressource dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques sont cernés.

2.1 État actuel du fleuve Saint-Laurent

Dans le cadre du *Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026*, des portraits globaux de l'état du fleuve sont poursuivis par le Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent. Ce type de suivi a notamment été réalisé lors des plans précédents, mais le plus récent sera celui traité dans ce présent écrit. Ce groupe s'est basé sur de nombreux écrits provenant de recherches scientifiques sur ce milieu et il regroupe les partenaires suivants : Environnement Canada, le MDDELCC, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, Pêches et Océans Canada et Parcs Canada, ainsi que Stratégies Saint-Laurent. Le portrait le plus récent a été publié en 2014 et la présente section fera le bilan de la situation actuelle pour la portion fluviale du fleuve, soit celle qui intéresse plus particulièrement la TCR. La Figure 2.1 illustre les différents indicateurs environnementaux qui ont été évalués. Ceux-ci ont été sélectionnés par rapport à leur pertinence et leur représentativité dans le but d'obtenir un portrait fidèle à la réalité du milieu. (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014) La présente section regroupera ces indicateurs selon trois composantes, soit les paramètres physicochimiques et bactériologiques, les ressources biologiques ainsi que les contaminants.

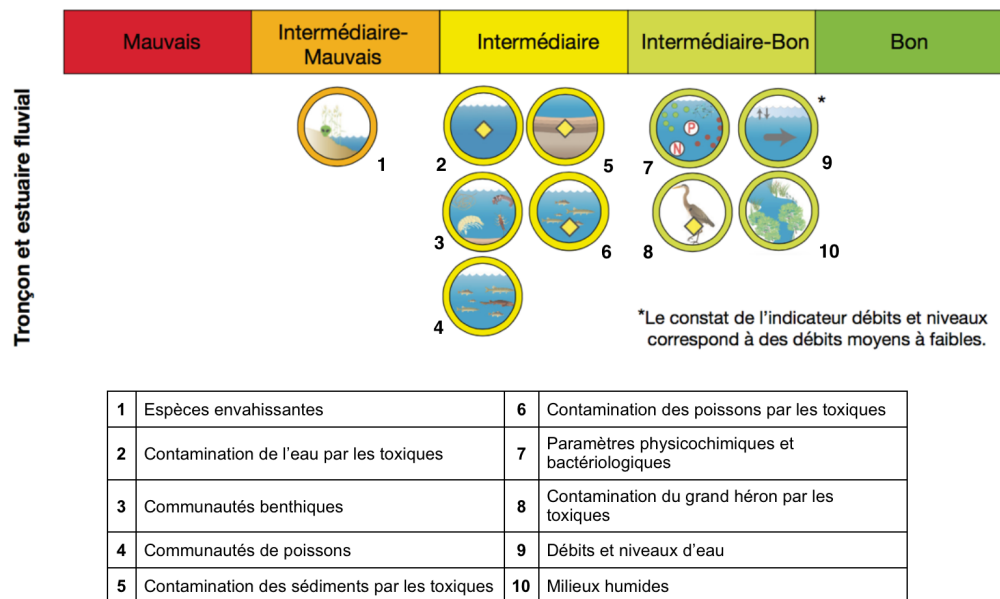


Figure 2.1 Indicateurs environnementaux (inspiré de : Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014, p. 9)

2.1.1 Paramètres physicochimiques et bactériologiques de l'eau et de l'écosystème

Le fleuve est alimenté par deux bassins principaux, soit des Grands Lacs et de la rivière des Outaouais. Le débit moyen annuel sortant du lac Ontario est de 7 060 m³/s, avec des variations allant de 6 000 m³/s à 9 000 m³/s, et celui de la rivière des Outaouais est quant à lui de 1 910 m³/s, allant de 1 000 m³/s à 8 000 m³/s. D'une année à l'autre, le débit du fleuve peut varier considérablement relativement aux variations interannuelles des apports en eau qui sont dépendantes des conditions climatiques ainsi que de la régulation du niveau des débits à l'aide de barrages. Par contre, l'écoulement et le niveau du fleuve ont beaucoup changé au cours des dernières décennies en raison d'interventions humaines dans le but de les stabiliser. (Desjarlais et autres, 2010) La Figure 2.2 contient deux graphiques représentant (1) l'évolution des débits entre 1932 et 2012 et (2) les débits de 2008 à 2012.

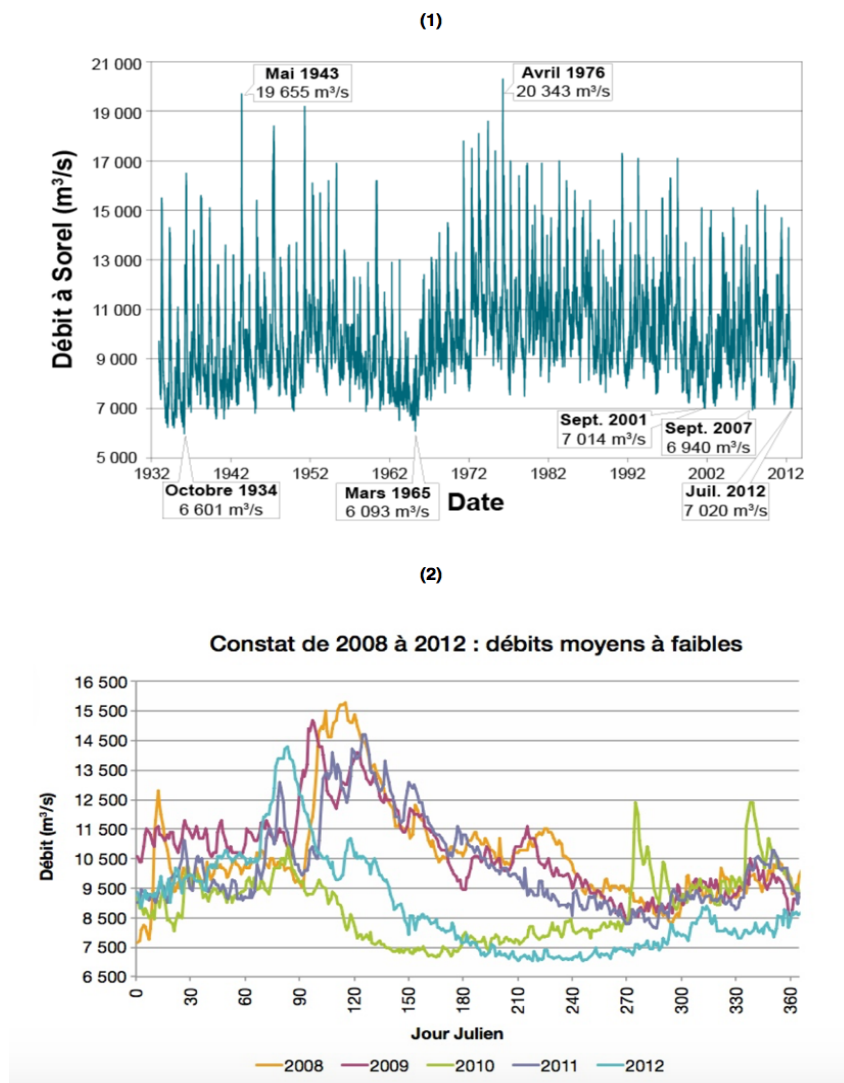


Figure 2.2 Débits du fleuve Saint-Laurent (tiré de : PASL, 2015b; Groupe de travail suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014 p. 13)

Sur le graphique (2), il est intéressant de noter qu'il y a eu une baisse notable des débits lors des années 2010 et 2012. Cette situation est due à une crue très faible (une pointe de crue printanière presque absente) et s'est répercutée par des débits très faibles jusqu'au milieu de l'été 2010. Le printemps 2012 s'est aussi démarqué par une crue hâtive et des débits faibles par la suite. Ces épisodes peuvent être représentatifs de ce que les changements climatiques auront comme effet sur les futurs débits. Pour ce qui est de la qualité de l'eau qui est mesurée à l'aide de l'indice bactériologique et physicochimique de l'eau, ce dernier varie de bon à intermédiaire selon les sites de prélèvements. Ce bilan est légèrement inférieur à celui réalisé en 2008. Cette détérioration bactériologique est notamment une conséquence d'une augmentation du débit ainsi qu'un apport en eaux usées non traitées lors de fortes précipitations occasionnant des épisodes de surverses. Entre 2008 et 2010, deux sites d'échantillonnage ont mesuré une qualité mauvaise ou très mauvaise en aval de Montréal, ce qui est préoccupant par rapport à la ressource en eau. Cette augmentation de la dégradation dépend des sources de pollution ainsi que des précipitations et du débit fluvial. (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014)

2.1.2 Ressources biologiques

En ce qui a trait aux ressources biologiques, quatre indicateurs ont été étudiés, soit les milieux humides (MH), les espèces envahissantes, les communautés de macroinvertébrées benthiques et enfin, les communautés de poissons. Dans la portion de la TCR HSLGM, un secteur spécifique, les Iles-de-Boucherville, a été étudié par rapport au premier paramètre. L'indicateur des MH est composé de quatre éléments, soit la protection des fonctions du milieu contre des agents stressants externes (présence ou non d'une zone de protection de 50 m de largeur, et ce, à l'aide de milieux naturels terrestres comme zone tampon), les pressions anthropiques directes (bilan net des pertes et des gains en superficie des MH), la diversité des habitats (proportion relative des cinq classes de MH : herbier aquatique, bas marais, haut marais, marécage arbustif et marécage arboré) et la dynamique interne (rapport entre le total des superficies devenant sèches versus celles plus humides). Globalement, les deux premiers ont un état non préoccupant et une tendance de bonne à intermédiaire ou stable. Les deux derniers ont quant à eux un état à surveiller et une tendance qui varie d'intermédiaire à mauvaise (pour la dynamique interne). En effet, la dynamique interne présente un rapport de 3 : 1, soit les milieux qui se sont asséchés trois fois plus que les milieux qui se sont humidifiés. De manière générale, le fleuve a l'indice d'envahissement suivant par rapport aux différents sites visités tout au long de son parcours : 55 % des sites sont moyennement envahis, 22 % sont fortement envahis, 20 % sont faiblement envahis, et 3 % sont en absence d'envahissement. Des sites suivis, 246 de ceux-ci étaient envahis par une ou plusieurs espèces. (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014)

En ce qui concerne l'indicateur sur les communautés macroinvertébrées benthiques, celui-ci est de niveau intermédiaire. Par contre, il est important de noter que les sites à la limite Est de Montréal ainsi que sur la rive nord du lac Saint-François sont des régions où les communautés benthiques se démarquent par leur dégradation, ce qui est préoccupant. Finalement, l'écosystème du Saint-Laurent possède une grande

diversité biologique, soit 118 espèces de poissons d'eau douce, dont une quinzaine qui est migratrice. La moitié de ces espèces sont dans un état précaire, et ce, en raison de la pression anthropique exercée sur elles. En effet, les activités humaines, comme la construction de barrages ou centrales hydroélectriques ainsi que l'exploitation halieutique, ont contribué à la perte, la fragmentation et la dégradation d'habitats ou de sites de fraie, ce qui a mené au déclin de certaines espèces aquatiques. La modification des communautés de plantes aquatiques et la prolifération de cyanobactéries participent aussi à la perturbation des communautés. De manière générale, l'indice de la santé des communautés varie de moyen à très faible (le niveau très faible est observable dans le secteur du lac Saint-François). (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014)

2.1.3 Contamination par des composés toxiques

Il est possible de détecter la présence de contaminants toxiques, comme le mercure (Hg), les biphényles polychlorés (BPC), les métaux, les pesticides, les produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP), les polybromodiphényléthers (PBDE), tributylétains (TBT), etc. dans l'écosystème. Cela représente une forme de perturbation par les rejets industriels et urbains ou le ruissellement provenant des terres agricoles. De plus, des phénomènes de bioaccumulation (hausse des concentrations de contaminants dans un organisme vivant dans le temps) et de bioamplification (hausse des concentrations de contaminants tout au long de la chaîne trophique) sont fréquents en présence de ce type de produits toxiques, ce qui est néfaste pour l'écosystème aquatique. Le débit et la solubilité de l'eau jouent un rôle déterminant dans le transport de ceux-ci. Enfin, une accumulation sédimentaire est observable sur le lit du fleuve. Pour ce qui est de la moyenne de l'indicateur de la contamination des poissons (dans le cas présent, le doré jaune, le grand brochet et le meunier noir), elle se situe près des critères et est donc à surveiller. Par contre, dans le secteur du lac Saint-Louis, la teneur en Hg dans le grand brochet est préoccupante, car elle est au-dessus de la directive de Santé Canada (0,5 mg/kg). Ensuite, la teneur en Hg dans le doré jaune ainsi que la teneur en PBDE et BPC dans le meunier noir sont à surveiller, car elles se situent près des critères. De plus, l'état de l'indicateur de contamination du grand héron en eau douce est sous les critères pour la majorité des contaminants (Hg, BPC, dichlorodiphényldichloroéthylène et 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD), mais est à surveiller pour le PBDE. (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014)

Les sédiments en amont et en aval de Montréal ont un très fort indice de contamination et certains (BPC, dioxines, furanes, Hg, métaux, PDBE, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), siloxanes et tributylétain) dépassent les critères. Ces éléments toxiques proviennent du secteur industriel et urbain par leurs rejets. Les autres régions où les contaminants représentent une menace sont l'amont du lac Saint-François, le sud du lac Saint-Louis, le secteur de Montréal (la plus grande proportion en aval et à proximité du Port de Montréal) et le delta de Sorel. De manière générale, l'état de l'indicateur des toxiques dans l'eau est à surveiller, et ce, par rapport aux quantités qui sont près des critères de contamination. La présence de métaux est non préoccupante en général, car les concentrations n'excèdent pas les critères établis de

qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique. Pour ce qui est de la concentration de pesticides, elle a une corrélation positive avec la présence de milieux agricoles. Dans la région de Montréal, la contamination de l'eau par les PBDE et PPSP se situe au-dessus des critères, ce qui est préoccupant. Il est donc possible de conclure que les différents indicateurs de contamination sont en baisse par rapport aux contaminants dits « historiques » (métaux, BPC et dichlorodiphényltrichloroéthane). Par contre, il y a une évolution vers la hausse des contaminants émergents (PBDE, siloxanes et TBT). (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014) Ce type de substances se démarquent, car celles-ci ne sont pas intégrées dans les réglementations ni dans les programmes de surveillance du milieu aquatique (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012). Certaines hormones, perturbateurs endocriniens, PPSP, etc. sont aussi des substances émergentes qui sont préoccupantes par leur présence en grande quantité dans le fleuve. Par exemple, « [...] plus de 128 millions de pilules contraceptives et 107 millions de doses d'hormonothérapie substitutive sont consommées chaque année au Québec » (Baril, 15 septembre 2008). Cette présence d'œstrogène dans les eaux usées a notamment des impacts sur l'écosystème biotique du fleuve. (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012).

Pour conclure, le Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent affirme que le fleuve Saint-Laurent a un état de santé pouvant s'approcher d'un « équilibre fragile » (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014, p. 9) et que la majeure partie des indicateurs évalués se situe au niveau intermédiaire. Globalement, l'écosystème du fleuve et par le fait même la ressource en eau sont donc vulnérables. Enfin, depuis le 20^e siècle, le fleuve a subi de nombreuses perturbations : la modification de son niveau d'écoulement, la dégradation de la qualité de l'eau, la perte de superficie de bandes riveraines, de plaines inondables et d'érosion des rives, le déclin de nombreuses espèces aquatiques, autant animales que végétales, la pression agricole, le dragage pour des fins de navigation commerciale, etc. (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014) À l'heure actuelle, plusieurs enjeux s'ajoutent à ces perturbations environnementales.

2.2 Enjeux actuels de la ressource

Globalement, la ressource en eau constitue un enjeu fondamental et pose certains conflits sociaux, territoriaux et politiques à travers le monde. Elle est même considérée comme étant une ressource géostratégique de grande importance. Tel qu'énoncé auparavant, le Québec a la chance d'avoir une grande réserve d'eau douce sur son territoire et le fleuve Saint-Laurent en fait partie. Il s'inscrit aussi dans le bassin des Grands Lacs et celui-ci est partagé avec l'Ontario ainsi que les huit États américains des Grands Lacs. Malgré cet accès à l'eau, la province se doit de protéger cette richesse vitale à la société, aux écosystèmes et à l'économie. En effet, le Québec a entrepris des actions dans le but de la préserver, mais plusieurs enjeux posent certaines limites ou accentuent sa vulnérabilité. (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012) Dans le cadre de cet essai, celui des changements climatiques est d'abord abordé en incluant la régulation de la quantité d'eau disponible, mais d'autres enjeux sont aussi cernés et sont souvent reliés au changement

climatique global. Ceux-ci sont la conservation et le maintien des écosystèmes et de la biodiversité, l'amélioration de la qualité de l'eau ainsi que les usages multiples et l'appropriation de la ressource.

2.2.1 Changements climatiques et régulation de la quantité d'eau disponible

Les changements climatiques représenteront certainement un bouleversement important dans le régime hydrique québécois. En effet, les différentes projections climatiques démontrent que les crues d'été et d'automne pourraient être plus fréquentes, en raison d'événements de précipitations extrêmes et que leur amplitude serait plus variable. Les crues liées à la fonte des neiges pourraient quant à elles être plus hâtives et être portées à diminuer ou à s'étaler sur une plus grande période, ce qui occasionnerait une diminution des débits fluviaux moyens. De plus, les périodes estivales d'étiages, où le niveau moyen d'un cours d'eau est à son plus bas, pourraient être plus importantes et plus persistantes dans le temps. Ces variations du débit seraient donc plus présentes qu'à l'heure actuelle. (Desjarlais et autres, 2010; Rousseau et autres, 2003; Nantel et autres, 2005) Une analyse des observations de 56 stations hydrométriques se situant dans la portion sud du Québec a été réalisée en comparant les données des 15 dernières années avec celles des 15 années précédentes. Il a été possible de tirer les conclusions suivantes; les périodes d'étiages les plus sévères ont été de - 11 % et ont duré au maximum 3 jours, des crues printanières moins intenses, soit de - 8 % ainsi qu'une plus grande fluctuation des débits en ayant un écart-type de + 22 % (Larouche et autres, 2008). Ces résultats n'ont toutefois pas été formellement associés aux effets des changements climatiques, mais évoquent des comportements hydriques semblables aux différentes projections climatiques entreprises pour illustrer ses impacts (Larouche et autres, 2008).

Un autre impact des changements climatiques sera la hausse des températures qui pourrait provoquer une réduction notable des débits moyens de l'une des sources du fleuve, soit l'apport du lac Ontario, par l'augmentation de son évapotranspiration par exemple. Selon une étude réalisée en 2003, l'utilisation de quatre modèles de circulation générale a permis de conclure que par rapport à la situation actuelle, la quantité d'eau circulant de ce lac vers le fleuve aurait une diminution de 4 % à 24 %, et ce, sur une base annuelle vers l'an 2050 (Croley, 2003). Une autre étude est venue à la conclusion que pour la rivière des Outaouais, ce serait une réduction de 1 % à 8 % des débits sur une base annuelle qui seraient observables selon un scénario semblable (Fagherazzi et autres, 2005). Cela aurait pour conséquence la baisse du niveau du fleuve allant de 20 cm à 1,20 m selon le scénario retenu. Cette réduction des débits aurait un fort impact sur certaines activités du fleuve, comme la navigation commerciale, surtout dans la région du lac Saint-Pierre qui se caractérise déjà par de faibles profondeurs (Ouranos, s. d.; Desjarlais et autres, 2010). De plus, la diminution de la quantité d'eau réduirait sa qualité par une moins grande dilution des polluants. D'autres effets du réchauffement seraient l'accroissement des matières en suspension (MES), le déplacement des zones sédimentaires ainsi que la diminution de la pénétration de la lumière. Tandis qu'une baisse des niveaux des eaux est anticipée en amont du fleuve, une hausse en aval est quant à elle prévue, et ce, de l'estuaire moyen au golfe du Saint-Laurent (Canada. Environnement Canada, 2013b). Une remontée des eaux salées de l'estuaire du Saint-Laurent vers l'amont du fleuve est donc une éventualité

qui est plausible. Ceci préoccupe davantage les municipalités en aval du fleuve par la menace d'infiltration d'eau salée dans les prises d'eau potable. La remontée pourrait éventuellement perturber l'équilibre de l'écosystème fluvial. C'est ainsi que la superficie des MH serait réduite et les espèces aquatiques d'eau douce seraient potentiellement évincées au profit d'espèces qui s'adaptent à ce type de milieu salin (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012). Cette hausse en aval du fleuve serait provoquée par la fonte des glaciers dans les zones polaires ainsi que l'expansion thermique de la masse océanique. Ce double phénomène qui est lié au réchauffement viendrait augmenter le niveau global des océans à travers le monde (Canada. Environnement Canada, 2013b).

Les gouvernements du Canada et du Québec ont mis en place un système de contrôle des débits à l'aide de barrages ainsi que d'ouvrages de régulation. En effet, depuis 1958, le lac Ontario, qui est le dernier maillon des Grands Lacs et la principale source du fleuve, est régularisé. Cette régularisation est sous la surveillance du Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent et respecte les exigences et critères de l'ordonnance d'approbation émise par la CMI. À ce jour, le *Plan 1958-D* est toujours en vigueur, mais il est toutefois remis en question par rapport aux incidences défavorables sur l'écosystème aquatique ou par rapport aux intérêts des régions en aval du lac. Ce plan coïncide également avec le début de la réalisation de la Voie maritime du Saint-Laurent. (Carpentier, 2003) Plusieurs ouvrages de régulation se retrouvent tout au long du parcours du fleuve; en amont du lac Saint-François, il y a trois grands barrages, soit Moses-Saunders, Long-Sault et Iroquois et en aval, deux centrales, Beauharnois et Les Cèdres, ont été érigées. Cette régulation permet une diminution des amplitudes annuelles du niveau de l'eau du fleuve entre Cornwall et Montréal. Une recherche d'équilibre des quantités d'eau entrante et sortante du système hydrologique du fleuve Saint-Laurent et des Grands Lacs est un effort constant et rigoureux. Cet équilibre varie d'une saison à l'autre et il est influencé par les conditions climatiques. Le maintien des MH ainsi que des habitats fauniques du Saint-Laurent est rendu possible grâce à un cycle hydrologique où les variations saisonnières (amplitude, durée, fréquence, etc.) correspondent aux conditions naturelles. En effet, un trop grand écart entre la situation naturelle et la régulation anthropique est néfaste pour la santé des milieux. De plus, la régulation joue un rôle par rapport aux usages du fleuve, comme la navigation commerciale et de plaisance, la production d'hydroélectricité, le maintien des écosystèmes riverains ainsi que la protection contre les inondations. (Canada. Environnement Canada 2013c)

Pour conclure, depuis 1975, la CMI a effectué plusieurs études dans le but de remédier à certaines problématiques, comme la dégradation des milieux naturels ou l'érosion des berges, afin d'améliorer les conditions du système des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Par exemple, en réponse aux recommandations provenant d'une étude réalisée par la CMI sur la fluctuation des niveaux d'eau dans le bassin datant de 1993, le Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent a proposé un plan de régularisation (*Plan 1998*). Celui-ci n'a toutefois pas été accepté par la CMI, et ce, en raison d'une forte opposition de la part de la population. En 2000, la CMI a aussi créé le Conseil international d'étude sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent, entre autres dans le but d'énoncer des propositions de modifications

aux critères de régularisation du lac Ontario. (Carpentier, 2003) La régulation des eaux est encore un enjeu majeur et d'autres études récentes y sont consacrées. En 2012, il y a eu la publication d'une étude scientifique sur la régulation des niveaux d'eau des Grands Lacs d'amont. De cette étude, la CMI a émis une directive afin de développer un plan de gestion adaptative pour le secteur des Grands Lacs et du fleuve. (Équipe de travail internationale sur la gestion adaptative des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, 2013) Finalement, en 2014, la CMI a publié le *Plan 2014 : Régularisation du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent*. Celui-ci a comme principales thématiques la protection contre les niveaux extrêmes, la restauration des milieux humides et la préparation aux changements climatiques (CMI, 2014).

2.2.2 Conservation et maintien des écosystèmes et de la biodiversité

Avec le réchauffement climatique, plusieurs répercussions sur l'écosystème du fleuve seraient perceptibles. Une plus longue période d'étiage serait liée à une progression du littoral ainsi qu'un assèchement des MH qui pourrait aussi affecter les communautés de poissons ainsi que les espèces d'oiseaux migrateurs (Canada. Environnement Canada 2013b; Desjarlais et autres, 2010). Les modifications hydriques auraient des impacts sur la distribution spatiotemporelle des masses d'eau ainsi que sur les propriétés physicochimiques de l'eau (Frenette et autres, 2003; Frenette et autres, 2006). Cela se traduirait par exemple, par une perturbation sur le plan de la qualité nutritive et la structure des espèces végétales submergées tels les micro et macrophytes (Huggins et autres, 2004). De plus, en raison d'une plus faible profondeur, il y aurait une augmentation de la zone euphotique, où le rayonnement est suffisant pour qu'il y ait de la photosynthèse, ce qui favoriserait la propagation des plantes submergées (Martin et autres, 2005). Les changements de débits auraient pour effet le réajustement géomorphologique des embouchures des cours affluents du fleuve ce qui viendrait déstabiliser les lits et les berges des cours d'eau en plus de perturber plusieurs espèces aquatiques végétales et fauniques (Mortsch et autres, 2000; Morin et autres, 2005). Les paramètres physicochimiques de l'eau qui seraient modifiés par les changements climatiques, comme la température, la vitesse de courant ainsi que le niveau de l'eau, auraient aussi un effet sur les communautés de poissons (Desjarlais et autres, 2010). La diminution ou la fragmentation des MH due au changement climatique global est un enjeu majeur pour l'écosystème du fleuve Saint-Laurent, mais d'autres pressions s'y ajoutent, soit l'agriculture, le développement industriel et l'étalement urbain (Hudon et autres, 2005; Jean et autres, 2002; Desjarlais et autres, 2004).

Finalement, l'enjeu du maintien et de la conservation des écosystèmes et de la biodiversité se rapporte à la perte d'habitats, à la dégradation ou à la perte de services écosystémiques, la réduction de l'abondance ou à la modification de la distribution des espèces. L'apparition des espèces exotiques envahissantes constitue une autre problématique qui menace l'équilibre biologique et le déclin d'espèces indigènes. Les perturbations sur les MH sont aussi préoccupantes, car elles affectent à leur tour la faune et la flore. Ce type d'environnement est essentiel à leur cycle de vie, en plus d'être un milieu qui participe à la purification de l'eau ainsi qu'à la régulation naturelle du niveau des eaux du fleuve. (PASL, 2013c)

2.2.3 Amélioration de la qualité de l'eau

Le réchauffement climatique aurait certaines conséquences sur la qualité de l'eau. La masse d'eau des rivières et du fleuve subirait une augmentation de température et aurait pour effet de dégrader sa qualité autant du point de vue physique, bactériologique que chimique. De plus, l'augmentation de la fréquence et de la force des précipitations aurait un effet de lessivage plus important ce qui entraînerait un plus grand apport de polluants en les rendant plus mobiles et solubles dans l'eau. L'érosion des berges augmenterait aussi la turbidité de l'eau en plus de dégrader les bandes riveraines et les MH. D'une part, les crues plus intenses et plus soutenues auraient un effet de saturation des systèmes de récupération et de traitement des eaux usées dans les milieux urbains. Des épisodes de surverses seraient plus fréquents ce qui constituerait un risque accru de contamination de l'écosystème aquatique par l'apport en substances nutritives, la formation d'algues bleues et de cyanobactéries. D'autre part, la diminution du niveau des eaux provoquerait la diminution de l'effet de dilution des polluants. (Petitjean, 2008; Desjarlais et autres, 2010) Cela s'explique par le fait qu'une diminution des débits réduirait la capacité de l'eau à recevoir, diluer et éliminer les polluants ou déchets anthropiques. Cette réduction de la capacité de dilution serait corrélée avec l'augmentation des coûts de traitement de l'eau. Il pourrait aussi avoir une eutrophisation des eaux liée aux changements d'écoulement et de température ainsi qu'un apport en sédiments. La couverture végétale, les écosystèmes aquatiques, les zones humides et la biodiversité seraient à leur tour affectés par ces changements (Sadoff et Muller, 2010; Canada. Environnement Canada 2013b; Ouranos, s. d.).

Les rejets municipaux provenant des usines de traitement des eaux usées sont également un enjeu qui altère la qualité de l'eau du fleuve. En effet, ceux-ci sont composés de fortes concentrations d'ammoniac et de phosphore, contribuant à faire de Montréal tout comme les autres centres urbains, un grand émissaire de pollution de l'eau. De plus, selon l'Union Saint-Laurent Grands-Lacs et la Coalition Québécoise pour une gestion responsable de l'eau Eau Secours!, malgré que la station de traitement des eaux usées de Montréal respecte les exigences de rejet de phosphore fixé à 0,5 mg/l, près de 1,3 tonne de phosphore est rejeté par jour dans l'écosystème fluvial par les effluents de cette dernière (Godmaire et Demers 2009). Les substances émergentes ainsi que les contaminants persistants ne sont pas tous traités par les usines de traitement des eaux usées. Il y a donc un relargage de substances qui altèrent la ressource hydrique. Également, les activités liées à l'agriculture, au secteur industriel et à la navigation commerciale sont des enjeux pour la qualité de l'eau. L'agriculture intensive est pratiquée sur le territoire à proximité du fleuve et sous l'effet du ruissellement et du lessivage, des produits chimiques, tels les engrais et les fongicides, et du phosphore provenant des fertilisants naturels, sont relâchés dans l'eau et ont des impacts importants sur la qualité de l'eau. Pour ce qui est des rejets industriels, ceux-ci peuvent contaminer le milieu et aussi augmenter la turbidité de l'eau (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012).

Finalement, afin de faciliter la navigation commerciale, certaines interventions humaines ont été pratiquées sur certaines portions du fleuve. Il peut s'agir notamment d'avoir recours au dragage, donc par l'extraction

de minéraux provenant du lit du cours d'eau et au creusage de chenaux fluviaux. Ces travaux peuvent libérer entre autres des métaux lourds et des produits toxiques qui sont présents dans les sédiments des fonds fluviaux, en plus de modifier l'hydrodynamique du fleuve et provoquer éventuellement une perte d'habitats. (Canada. Environnement Canada, 2010)

2.2.4 Usages multiples et appropriation de la ressource

Enfin, le dernier enjeu, qui est brièvement traité dans cette section puisque le chapitre subséquent porte sur les différents usages de l'eau pour la portion du fleuve concernée par la TCR HSLGM, est celui des usages multiples et de l'appropriation de la ressource. Cette multiplicité peut susciter plusieurs conflits d'usage. De plus, plusieurs enjeux économiques quant à l'appropriation de la ressource font partie de la réalité du fleuve. Encore une fois, il s'agit de concilier le développement économique avec la préservation de l'environnement et la satisfaction des besoins sociétaux. Par contre, de manière générale, il est possible de percevoir qu'en réalité certains usages, souvent à portée économique, ont plus de poids dans la priorisation des usages pour un même cours d'eau tel le fleuve. Par exemple, depuis de nombreuses années, la régulation du niveau des eaux du fleuve se fait dans le but de favoriser l'industrie, la navigation commerciale ainsi que l'hydroélectricité. Cela est parfois entrepris au détriment de la préservation des MH et de la biodiversité aquatique du milieu. Enfin, les municipalités faisant partie de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) possèdent une position géographique stratégique par rapport à l'accès à la ressource hydrique. Elles devront toutefois s'adapter face aux pressions exercées sur celles-ci. En effet, la densité de population qui tend à augmenter ainsi qu'une probabilité de réduction d'environ 20 % du débit du fleuve exercent une grande pression sur la ressource. Cette pression pourrait se traduire par la dégradation de la qualité de l'eau en plus d'augmenter les conflits d'usage en raison d'une perturbation des activités. (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012)

2.3 Parties prenantes

La gouvernance de l'eau du Québec est d'abord composée de plusieurs acteurs ayant un rôle direct ou indirect dans la gestion de la ressource. Le niveau administratif supérieur regroupe d'abord les acteurs supranationaux, comme la CMI qui est un organisme international indépendant composé de conseillers et groupes de travail canadiens et américains agissant à titre consultatif (CMI, 2015). Pour ce qui est des acteurs du secteur public, les compétences gouvernementales sont réparties selon trois paliers. Le gouvernement fédéral est notamment responsable des eaux limitrophes et navigables, tel que le fleuve en tant que voie de navigation et qu'habitat des différentes espèces de poissons. Plusieurs ministères sont impliqués, comme Environnement Canada, Transport Canada ou Pêches et Océans Canada. Tout comme au fédéral, le gouvernement provincial élabore et applique certaines lois, politiques et outils en lien avec la ressource hydrologique. C'est à ce palier que les eaux souterraines et de surface, comme les rivières, lacs ainsi que le fleuve, sont gérées, notamment en tant que source d'eau potable. Finalement, les municipalités sont responsables de l'eau potable, des eaux usées ainsi que des eaux de ruissellement sur leur territoire.

D'autres acteurs font partie du portrait de la gouvernance au Québec : les organisations non gouvernementales (ONG), comme la Coalition québécoise pour une gestion responsable de l'eau Eau secours!, qui agissent entre autres pour qu'il y ait une répartition équitable de la ressource, les citoyens, qui ont certains devoirs et droits envers l'eau, et les comités de citoyens ainsi que les producteurs agricoles à l'aide de l'Union des Producteurs Agricoles. (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012)

Enfin, plusieurs entités exercent leurs activités en lien avec la gestion intégrée de la ressource en eau. Les Organismes de bassin versant (OBV) ont pour mission de favoriser des efforts de concertation, d'effectuer des diagnostics et de produire des plans directeurs de l'eau. Malheureusement, ceux-ci ont un budget ainsi qu'un pouvoir limité pour agir de manière concrète dans le domaine de la gouvernance de l'eau (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012). Au même niveau, il y a également plusieurs comités ZIP qui ont été créés dans les différentes régions parcourant le fleuve Saint-Laurent. À ce jour, ces comités ont mis en place quatre des cinq processus de table de concertation régionale. Dans cet essai, l'accent est porté sur la TCR HSLGM et celle-ci a les mandats suivants :

« [m]ettre en relation les acteurs de l'eau afin de favoriser l'émergence d'actions concourant à une meilleure protection et une utilisation durable des ressources en eau; Permettre l'élaboration de choix collectifs en matière de gestion de l'eau reposant sur une vision partagée des enjeux caractérisant la zone de GISL du Haut-Saint-Laurent et du Grand Montréal; Élaborer un plan de gestion intégré régional (PGIR) représentatif des préoccupations et des priorités d'action des acteurs de la zone et en suivre la mise en œuvre ». (TCR HSLGM, 2015, p. 4)

Afin de réaliser ces mandats, certains membres provenant de six secteurs d'appartenance, soit municipal, autochtone, économique, communautaire, gestion intégrée des ressources en eau et gouvernemental, seront invités à participer lors de rencontres ayant la structure suivante : un Forum régional annuel, un Conseil stratégique qui se réunira de deux à trois fois par année et des Comités de concertation permanents ou à durée déterminée (TCR HSLGM, 2015).

Dans le but d'avoir un portrait de la réalité du milieu, plusieurs parties prenantes exerçant leurs activités sur le territoire de la TCR HSLGM ont été interrogées dans le cadre de cet essai. Ceci avait pour but de cerner leurs préoccupations et enjeux, de saisir leurs visions quant aux changements climatiques ainsi qu'à la gestion intégrée de la ressource en eau du fleuve. Des acteurs provenant de différents secteurs d'activités ont été contactés et sélectionnés pour leur crédibilité ainsi que leur pertinence par rapport à la problématique de cet essai. Au total, sept entrevues semi-dirigées ont été réalisées auprès de huit acteurs impliqués dans les secteurs suivants : municipal, économique, environnemental et « gestion intégrée des ressources en eau ». Afin de garantir l'anonymat, aucune description nominale des personnes interrogées n'est faite dans cette section. Le canevas d'entrevue se retrouve à l'Annexe 4 et il est divisé selon trois thématiques, soit enjeux et préoccupations, changements climatiques et gestion intégrée de la ressource. La section suivante regroupe les résultats de ces entrevues ainsi que les constats pouvant être dégagés de ceux-ci.

2.3.1 Résultats des entrevues : Section « Enjeux et préoccupations »

En premier lieu, avant de cerner les enjeux et préoccupations, une appréciation de l'état de santé du fleuve Saint-Laurent a été établie. De manière générale, tous les acteurs interrogés ont évoqué le fait qu'il y a eu une amélioration de la qualité de l'eau du fleuve depuis plusieurs années. Selon certains, cette amélioration peut être attribuable à l'éveil d'une conscience environnementale et aux efforts de préservation de la ressource rendus possible grâce au *Plan d'action du Saint-Laurent*. D'après le secteur environnemental, il y a toutefois toujours place à l'amélioration, car plusieurs problématiques subsistent ou font leur apparition, comme la présence d'espèces exotiques envahissantes, de nouveaux polluants émergents, de rejets d'eaux usées non traités ou la multiplicité grandissante des usages. Certaines zones sont aussi critiques, tel le lac Saint-Pierre qui demanderait une mobilisation pour favoriser sa restauration et sa préservation, ou certaines zones spécifiques en aval des stations d'épuration lors d'épisodes de surverses par exemple. Tel que dit auparavant, le lac Saint-François est également une portion du fleuve qui préoccupe, et ce, par rapport à la volonté de favoriser un équilibre naturel de l'écosystème malgré la stabilisation du niveau des eaux. Cette stabilisation s'explique par son utilisation, soit comme bassin désigné à la production hydroélectrique, qui peut affecter cet équilibre. En second lieu, de nombreux enjeux ont été soulevés par les intervenants et ont été regroupés selon cinq thématiques (changements climatiques, usages et appropriation, gestion de la ressource, milieux naturels et qualité de la ressource). Le Tableau 2.1 présente la synthèse des résultats.

Tableau 2.1 Enjeux liés au fleuve Saint-Laurent

Enjeu	Nombre de citation
Changements climatiques	8
Niveau des eaux	5
Manque de données spécifiques au territoire	1
Incertitude liée aux changements climatiques	1
Effets des changements climatiques	1
Usages et appropriation	16
Accès au fleuve	5
Approvisionnement en eau potable (qualité, quantité)	3
Pérennité des usages	3
Conflits d'usage	1
Perception et image du fleuve	1
Sous-utilisation du patrimoine du fleuve	1
Surconsommation de l'eau	1
Tourisme	1
Gestion de la ressource	10
Sensibilisation auprès des utilisateurs	3
Gestion des eaux pluviales	2
Gestion durable des activités	1
Respect de la réglementation	1
Manque de suivi scientifique	1
Manque de ressources humaines et financières	1
Manque d'intégration dans la planification et le développement de projet	1

Tableau de 2.1 Enjeux liés au fleuve Saint-Laurent (suite)

Enjeu	Nombre de citation
Milieus naturels	12
Préserver et restaurer les habitats fauniques	3
Zones précises du fleuve	3
Espèces exotiques envahissantes	2
Artificialisation ou perturbation des milieux humides	2
Connectivité des milieux naturels	1
Bandes riveraines, plaines inondables	1
Qualité de la ressource	7
Qualité de l'eau	6
Épisodes de surverses	1

De cette liste, on note la variété des enjeux liés à la gestion de la ressource en eau. En regard de ces résultats, la qualité de l'eau, le niveau des eaux ainsi que l'accès au fleuve sont les enjeux qui ont été les plus cités par les différentes personnes interrogées. Également, selon une enquête réalisée en 2011 auprès de certains acteurs de l'eau (syndicat, comité citoyen, ONG, OBV, secteur public et privé, expert et producteur agricole) de la région de la CMM, plusieurs enjeux et préoccupations semblables à ceux cités ci-dessus ont été répertoriés (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012). L'Annexe 5 contient les résultats concernant les principaux enjeux de l'eau ressortant de cette enquête. D'après celle-ci, il semble que l'enjeu cité en premier par le plus grand nombre de répondants est le réchauffement climatique suivi de l'appropriation de la ressource. La qualité de l'eau est un enjeu important qui a été soulevé par de nombreux acteurs, et ce, par rapport aux craintes liées aux effets des contaminants sur la santé humaine ainsi que sur l'écosystème. D'après les experts interrogés en 2011, les changements climatiques ont des conséquences notables qui iront en s'intensifiant dans les années à venir. De plus, tous sont d'avis que des solutions doivent être élaborées et appliquées dans le but d'atténuer et de s'adapter aux impacts du réchauffement global, notamment par rapport aux variations des débits de l'eau du fleuve Saint-Laurent. Selon un expert, la diminution des débits pourrait se répercuter par des conflits territoriaux entre les provinces canadiennes, mais aussi avec les États-Unis. Un représentant ONG ainsi qu'un producteur agricole disent quant à eux que l'appropriation de la ressource entre les différents acteurs sera une source de conflits. De plus, près de la moitié des répondants croient que les pouvoirs des différents acteurs ne sont pas répartis de manière juste et équitable. (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012) Les résultats de l'enquête de 2011 ainsi que ceux obtenus dans le cadre de cet essai permettent de faire le constat que ces différents enjeux persistent dans le temps et qu'une meilleure gestion intégrée de la ressource doit être entreprise dans le but de les atténuer ou de s'adapter à ce contexte évolutif.

2.3.2 Résultats des entrevues : Section « Changements climatiques »

D'abord, les changements climatiques font unanimement partie des préoccupations soulevées par les différentes personnes interrogées. D'une part, pour le secteur économique, cela représente même un enjeu prioritaire ayant une incidence directe sur leurs activités, et ce, majoritairement par l'effet de la variation du

niveau des eaux du fleuve, mais également par rapport aux variations climatiques extrêmes. Selon le secteur municipal, les villes se doivent de se préparer et de s'adapter aux changements climatiques. En effet, les villes riveraines seront soumises à certains impacts, comme les inondations ou la pression sur la disponibilité autant qualitative que quantitative de l'eau potable. Au sein de certaines municipalités, les changements climatiques et le développement durable font aussi partie de la planification urbaine (transports, environnement, aménagement du territoire, etc.). Finalement, selon le secteur « gestion intégrée des ressources en eau », les changements climatiques pourraient avoir des effets sur les territoires municipaux, et ce, sur le plan écologique et économique. Toutefois, il semble que les villes soient qu'à la première phase, soit à illustrer la problématique du changement climatique global ainsi qu'à identifier les vulnérabilités, et qu'une meilleure connaissance et un accès aux données scientifiques spécifiques à leur territoire permettront d'élaborer un plan d'action et une gestion adaptative relativement à cette problématique. D'autre part, les changements climatiques ne font pas partie des préoccupations quotidiennes de certains acteurs concernés par la gestion de l'eau, mais ceux-ci devront toutefois être pris en compte à moyen et long terme, notamment dans la planification des infrastructures urbaines.

Ensuite, plusieurs impacts des changements climatiques ont été décrits et les niveaux d'eau du fleuve semblent être l'effet ultime perçu par plusieurs acteurs. D'après certains, le réchauffement et les conditions climatiques extrêmes sont également de plus en plus perceptibles. Selon un expert en environnement, le principe de précaution en lien avec cette nouvelle réalité semble s'implanter lentement au sein des secteurs industriels et municipaux, ce qui se reflète par un manque de capacité d'adaptation. En raison du vieillissement des infrastructures, les changements climatiques accentueront certainement leur dégradation et obligeront les municipalités à modifier leurs pratiques de gestion du cycle hydrologique urbain. Le découloignement des différents départements municipaux lors de processus décisionnels et la mise en place de pratiques de gestion de la ressource en eau de manière concertée de la ressource seront certainement des moyens de pallier les impacts climatiques sur leur territoire. En raison d'une éventuelle incapacité de s'adapter au stress hydrique sur les infrastructures, une approche semblable à celle du bassin versant, soit en amont et à la source, devrait également être utilisée dans la gestion de l'eau en contexte urbain. De plus, parmi les effets du changement climatique global, le Tableau 2.2 fait mention de ceux qui préoccupent le plus les personnes interrogées.

Tableau 2.2 Impacts préoccupants en lien avec les changements climatiques

Impact le plus préoccupant	Secteur préoccupé
Niveau des eaux	Économique
Inondation	Municipal
Sécheresse	Gestion intégrée des ressources en eau
Capacité de traitement des eaux usées	Gestion intégrée des ressources en eau
Variation des précipitations	Gestion intégrée des ressources en eau
Convergence de plusieurs impacts	Environnemental

Concernant l'adaptation aux changements climatiques dans les pratiques de gestion, certains ont mentionné que l'intégration du concept de gestion adaptative dans leur secteur d'activités représente une opportunité d'éducation et de sensibilisation des élus municipaux ainsi que des citoyens envers cette problématique. En effet, l'utilisation de boucles de rétroaction basées sur l'apprentissage peut notamment favoriser la concertation entre les différents intervenants concernés par la gestion de l'eau. Cela permet également la modification de l'approche de la gestion hydrologique urbaine ainsi que l'implantation de nouvelles infrastructures, tel le réseau des eaux pluviales et usées. Il s'agit par exemple de mieux adapter les schémas d'aménagement municipaux et d'intégrer des plans d'urgence en fonction des scénarios climatiques futurs.

Les derniers résultats en lien avec cette présente section regroupent les différents outils de gestion qui aideraient les intervenants du milieu à s'adapter aux changements climatiques dans le cadre de leurs activités. L'un d'eux serait un guide technique destiné aux élus et administrateurs municipaux, donc d'un outil d'aide à la décision selon leur contexte spécifique, pour faire face aux changements climatiques, ainsi que de fournir une liste des champs d'expertise nécessaires à leur réalisation. Des outils de planification à long terme et un moyen d'adapter la réglementation à cette nouvelle réalité afin de favoriser sa mise en application seraient aussi souhaitables dans ce type de contexte. En effet, il faudrait entamer une analyse de vulnérabilité et un plan d'adaptation incluant l'aspect réglementaire. D'après un acteur œuvrant dans le domaine municipal, le processus d'autorisations gouvernementales devrait être plus flexible afin de faciliter les démarches d'adaptation, et ce, par l'accélération de l'étude de demandes d'autorisation. Par contre, avant même d'avoir recours à des outils de gestion, des études scientifiques sur les territoires donnés du fleuve doivent être entreprises. À ce jour, il y a un manque de données concrètes et de modélisation souvent en raison d'un manque de financement. Un acteur provenant du secteur « gestion intégrée des ressources en eau » soulève aussi le besoin de dresser un portrait des milieux naturels sensibles aux changements climatiques spécifiques à la portion fluviale, et ce, sur plusieurs saisons. Le secteur économique mentionne quant à lui que certaines organisations possèdent déjà des outils de gestion facilitant l'adaptation aux

changements climatiques dans le cadre de leurs activités. Pour conclure cette section, il est possible de constater que le changement climatique global est une problématique qui soulève beaucoup de préoccupations et qui affectera les pratiques de gestion de la ressource.

2.3.3 Résultats des entrevues : Section « Gestion intégrée de la ressource »

La dernière section concerne la gestion intégrée de la ressource et tous les acteurs interrogés ont contribué à celle-ci en émettant leurs opinions et en évoquant leurs visions quant à ce concept selon leur contexte respectif. D'abord, par rapport à l'intégration d'une pratique de gestion durable de la ressource en eau, les différents intervenants n'ont pas tous le même degré d'influence quant à sa gestion. Par exemple, un acteur mentionne que son organisation incite ses membres à intégrer dans leurs systèmes une gestion durable par la diffusion de bonnes pratiques à entreprendre et les appuie dans leurs mises en place sur le territoire. Dans l'optique d'une gestion durable de la ressource en eau, le secteur « gestion intégrée des ressources en eau » prône notamment les activités non motorisées sur le fleuve ainsi que la réalisation de différentes activités sur le terrain en ce sens.

Ensuite, dans le cadre de la gestion intégrée du fleuve Saint-Laurent, les différents intervenants sont partagés quant à leur degré d'implication dans le processus décisionnel. D'une part, le secteur « gestion intégrée des ressources en eau » souhaiterait être davantage impliqué dans le processus décisionnel, notamment sur le plan politique au sujet de certains dossiers, comme les aspects réglementaires, les enjeux ou les utilisations de l'eau, tel l'approvisionnement en eau potable. Les acteurs de ce secteur sont toutefois directement impliqués auprès des municipalités ainsi que de leurs citoyens et sont souvent consultés afin d'émettre leurs opinions et fournir une expertise quant à la gestion intégrée de la ressource. C'est aussi le cas du secteur municipal, où leur faible implication jusqu'à présent dans le processus décisionnel concernant la gestion de l'eau est décriée. Selon un acteur, les municipalités n'ont pas encore été impliquées à leur juste valeur dans les discussions entourant la gestion intégrée du Saint-Laurent, ce qui n'est pas le cas avec celle concernant d'autres régions ou bassins où leur voix se fait entendre sur les différents groupes de travail gouvernementaux. D'autre part, selon le secteur économique, certaines entreprises ou institutions se doivent d'être *leader* et en amont dans le processus décisionnel quant à la gestion de la ressource en eau, car cette dernière est essentielle à leurs activités. De plus, certaines entités possèdent l'expertise et peuvent être considérées comme étant une grande source d'informations tant scientifiques, techniques qu'opérationnelles. C'est donc pour ces raisons que celles-ci doivent s'assurer de siéger à différents comités de gestion du fleuve et des Grands Lacs et peuvent faire partie d'associations ou regroupements, comme le Regroupement des usagers du Saint-Laurent, et ce, dans le but de s'impliquer le plus possible dans les processus décisionnels liés à la ressource.

Les personnes interrogées ont par la suite signalé s'ils ont un support (technique, financier et humain) suffisant pour gérer la ressource de manière efficace et durable. Les différents membres du secteur « gestion intégrée des ressources en eau » interrogés s'accordent sur le fait qu'il y a un manque de

financement dans leur domaine d'activités. Ce manque se répercute nécessairement par un support insuffisant sur tous les plans et part le fait même, par des interventions concrètes limitées sur le terrain. Par exemple, en raison du manque de financement pour la réfection d'infrastructures urbaines, surtout dans un contexte de changements climatiques, celles-ci subiront certainement une dégradation pouvant nuire grandement au cycle hydrologique urbain. Pour ce qui a trait à l'accès à l'information, celui-ci semble assez facile et pose peu de problèmes pour plusieurs personnes interrogées, mais il y a toutefois une lacune par rapport à l'accès aux données scientifiques spécifiques du territoire de la TCR ou à l'absence de mise à jour de l'information, comme sur les espèces de poissons, leurs habitats ainsi que leurs spécificités sur le territoire. De plus, il y a un manque de convergence de l'information afin de faciliter les pratiques de gestion. Le partage insuffisant de l'information a aussi été spécifié lors de plusieurs entrevues, et ce, en raison d'un manque de transparence dans la transmission de l'information entre les différentes parties prenantes du milieu. Il pourrait aussi y avoir davantage de concertation entre les ministères gouvernementaux tant provinciaux que fédéraux sur les différents sujets ou projets associés à l'eau.

Pour conclure cette section, toutes les personnes interrogées s'entendent sur le fait que la création de la TCR HSLGM est une bonne initiative dans un contexte de valorisation d'une gestion intégrée du fleuve. Cette table sera certainement un lieu de partage d'informations privilégiées et adaptées à la réalité du milieu. Afin d'atteindre ses objectifs, tous les acteurs invités à faire partie de celle-ci devront s'impliquer et contribuer à la recherche de solutions, telle l'adaptation des usages du fleuve au contexte de changements climatiques. Selon une personne interrogée, pour que cette table ait un réel impact sur les modes de gestion intégrée, il faut non seulement que tous les secteurs s'impliquent, mais il faut que le secteur municipal prenne le *leadership* dans les discussions. De plus, la TCR sera certainement un lieu où les acteurs concernés par la gestion du fleuve Saint-Laurent pourront mieux saisir les différents enjeux spécifiques à leur territoire, comme les impacts des changements climatiques sur les usages du fleuve. Cela leur permettra par la suite de réaliser un PGIR. Cette plateforme favorisera le dialogue entre les différentes parties prenantes afin de consentir à une meilleure cohabitation des utilisateurs du fleuve. Elle contribuera également à mieux saisir le rôle de chaque intervenant ainsi que de leur secteur respectif afin d'avoir un portrait global et permettre par la suite de s'orienter vers la meilleure expertise selon la situation. Le décroisement des différents secteurs sera certainement favorisé en combinant les besoins de chacun. Par exemple, en ayant plusieurs milieux représentés, des actions sur le terrain pourront être réalisées à l'aide d'une approche par projet basé sur un consensus des parties prenantes impliquées. La TCR permettra donc de mettre en relation tous les acteurs concernés par le réseau du fleuve Saint-Laurent. De plus, cette table sera fort probablement un mécanisme qui facilitera le développement d'une relation privilégiée avec les paliers gouvernementaux. Par le fait même, celle-ci contribuera à consolider le fait que les ZIP et les TCR deviennent la référence autant pour le gouvernement provincial que fédéral en tant que lieu de concertation et d'expertise sur le plan de la gestion intégrée du fleuve Saint-Laurent. Enfin, les différents points de vue en réponse aux questions liées aux conflits d'usage ayant lieu sur le fleuve Saint-Laurent sont brièvement abordés lors du prochain chapitre.

3 BIEN COMMUN ET USAGES DE LA RESSOURCE EN EAU

Ce chapitre parvient dans un premier temps à cerner la complexité de la ressource en eau en tant que bien commun. Les usages spécifiques sur le territoire de la TCR HSLGM sont dans un deuxième temps soulevés et l'accent est porté sur deux usages majeurs dans cette portion du fleuve, soit la navigation commerciale ainsi que l'approvisionnement en eau. L'impact des changements climatiques sur ceux-ci est aussi abordé lors de cette section. En guise de conclusion, quelques conflits et rivalités d'usage sont brièvement énoncés.

3.1 L'eau comme bien commun

« [...] ce qui appartient à tout le monde n'appartient à personne » (Traduction libre de : Ostrom, 1990, p. 3)

Pour qu'une ressource soit considérée comme un bien commun ou *Common-pool resources*, elle se doit d'être non exclusive, donc liée à une situation où il est difficile d'évincer des bénéficiaires potentiels, et elle possède une soustraitibilité forte. Le critère de soustraitibilité est aussi équivalent au terme rivalité, soit la compétition dans la consommation d'un même bien (Ostrom et autres, 1994). Une autre définition de la soustraitibilité est la suivante : « [...] on entend le fait que la consommation par un usager d'un bien ou d'un service à un moment donné du temps est exclusive et se fait au détriment de tous les autres usagers potentiels » (Nahrath et Gerber, 2014).

D'une part, quatre catégories de biens peuvent être classées selon les critères d'exclusion (possible ou difficile) et de soustraitibilité (élevée ou faible) (Ostrom, 1990). En premier lieu, un bien privé (exclusion possible et soustraitibilité élevée) se démarque par le fait que les rivalités pour le même bien sont bien encadrées par le droit de propriété. En second lieu, un bien public (exclusion difficile et soustraitibilité faible) consent la possibilité d'un usage illimité et commun de la ressource. En troisième lieu, le bien de club (exclusion possible et soustraitibilité faible) se caractérise par un usage restreint d'une ressource ainsi qu'une faible rivalité. En dernier lieu, la notion de bien commun (exclusion difficile et soustraitibilité élevée) varie selon la nature du bien, donc de la capacité technique associée à l'appropriation et à l'exclusion par rapport aux différents usagers, de la disponibilité ainsi que de la rareté du bien qui modulera le degré de soustraitibilité du bien. (Pflieger, 2015a) D'autre part, la considération d'opportunité économique dans l'établissement du niveau d'exclusion de certains biens est également à considérer. C'est ainsi que le degré d'exclusion peut varier selon qu'il est plus ou moins efficient ou rentable d'exclure certains utilisateurs pour un même bien (Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), 2001). De plus, il y a une différence de nature selon le statut juridique de la ressource, donc par rapport aux droits et aux usages.

Selon la *Loi constitutionnelle de 1867*, le fleuve Saint-Laurent est considéré comme étant de compétences provinciales, sauf les éléments attribués au gouvernement fédéral comme les ports, les quais ou la Voie maritime du Saint-Laurent. Toujours d'après cette loi, le gouvernement fédéral a des compétences sur les

domaines des pêcheries ainsi que sur la navigation (Loi constitutionnelle de 1867). L'article 913 du *Code civil du Québec* mentionne aussi que l'eau a un statut de bien commun par rapport aux usages et que cette ressource ne peut faire l'objet d'appropriation (Code civil du Québec). La *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à assurer leur protection* qui a été adoptée en 2009 par le gouvernement provincial considère :

« [...] que l'eau est une ressource faisant partie du patrimoine commun de la nation québécoise et qu'il importe de la préserver et d'en améliorer la gestion pour répondre aux besoins des générations actuelles et futures; [...] que l'usage de l'eau est commun à tous et que chacun doit pouvoir accéder à une eau dont la qualité et la quantité permettent de satisfaire ses besoins essentiels » (Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à assurer leur protection).

Toujours d'après cette loi, le gouvernement québécois agit à « titre de gardien de la ressource » (Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à assurer leur protection) et il a la responsabilité de définir les droits et les devoirs de la collectivité envers cette dernière. Il faut aussi noter que malgré cette considération de patrimoine commun, il peut y avoir une forme d'appropriation, tel l'embouteillage pour des fins commerciales (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012). Le cadre légal fait aussi mention du respect des conditions d'utilisation de l'eau. En effet, même si l'eau appartient à tous, il ne faut pas que l'utilisation d'autrui puisse porter atteinte aux mêmes droits d'usage des autres utilisateurs de la ressource ni porter atteinte à l'environnement (Doan et autres, 2013). Selon l'article 919 du *Code civil du Québec*, l'État, faisant ici référence au gouvernement provincial, est propriétaire du lit des cours d'eau navigables et flottables, et ce, jusqu'à la ligne des hautes eaux (Code civil du Québec). D'après l'article 920 :

« [t]oute personne peut circuler sur les cours d'eau et les lacs, à la condition de pouvoir y accéder légalement, de ne pas porter atteinte aux droits des propriétaires riverains, de ne pas prendre pied sur les berges et de respecter les conditions d'utilisation de l'eau. » (Code civil du Québec)

Enfin, il y a certains droits réels accessoires qui découlent du droit de propriété des propriétaires riverains, leur donnant droit à l'accès à l'eau, des droits d'usages domestiques, des droits de navigation et d'ancrage et d'amarrage (Doan et autres, 2013). Sinon, pour ce qui est de l'accès public aux rives, ce droit appartient aux riverains, car au Québec, la législation ne fait pas mention de l'accès public aux rives (Naud, 2006).

Ensuite, lorsqu'il est question de bien commun, plusieurs problèmes d'action collective peuvent subvenir. Cette réalité est connue sous le nom de *La tragédie des biens communs* de Hardin. En effet, d'après Hardin, les usagers agissent selon leurs intérêts individuels dans une vision à court terme et cela se fait au détriment de l'intérêt collectif sur le long terme. Cette situation mène inévitablement vers une surexploitation de la ressource ainsi qu'une faible contribution à la pérennité et au renouvellement de la ressource en question. Pour illustrer ses propos, deux exemples ont été proposés. D'une part, Hardin évoque l'usage d'un pâturage à accès libre par des éleveurs. Cela mène vers une incitation de chaque éleveur à vouloir bénéficier davantage et cette situation mènera collectivement au surpâturage. De plus, il ressort de cette situation

qu'en présence de plusieurs utilisateurs qui ont un accès à une ressource commune, la totalité de l'extraction de la ressource sera supérieure au prélèvement économique optimal. (Hardin, 1968) D'autre part, Ostrom aborde qu'il est possible d'assister au « dilemme du prisonnier » (traduction libre de : Ostrom, 1990, p. 3) menant à la conclusion que les stratégies individuelles rationnelles conduisent à un résultat collectif irrationnel. Ceci réduit donc la possibilité d'éviter la dégradation ou la destruction totale d'une ressource (Ostrom, 1990). Ces exemples peuvent se rapprocher à plusieurs situations réelles de surexploitation.

« [c]haque homme est enfermé dans un système qui le contraint à augmenter les effectifs de son troupeau de manière illimitée dans un monde qui est limité. La ruine est la destination vers laquelle tous les hommes se ruent, chacun poursuivant son meilleur intérêt dans une société qui croit en la liberté des biens communs » (traduction libre : Hardin, 1968, p. 1244)

De ce constat, Elionor Ostrom a toutefois démontré qu'une multitude de communautés locales à travers le monde sont parvenues à gérer durablement leurs ressources communes permettant ainsi de résoudre ce dilemme du prisonnier. Cette résolution est rendue possible grâce à l'apparition d'institutions locales qui sont adaptées à la réalité des milieux. De ses travaux, Ostrom conclut que l'institution contribue à la définition des droits d'exploitation ainsi que des mesures incitatives menant à la prévention de la surexploitation de la ressource commune. Plusieurs solutions sont possibles afin d'éviter la tragédie décrite par Hardin, comme la centralisation de la gestion, la privatisation des droits ou la cogestion. (Ostrom, 1990; Ostrom et autres, 1994; Ostrom, 2005) Lorsqu'il est question d'une ressource commune, un régime, ici le régime hydrique, englobe trois composantes importantes qui gravitent autour de celui-ci, soit les règles en vigueur, les acteurs impliqués ainsi que le périmètre d'usage de la ressource. Ces règles peuvent être aussi bien formelles qu'informelles et celles-ci permettent de coordonner l'interaction (Nahrath et Gerber, 2014). Par exemple, il y a les politiques publiques, comme la *Politique nationale de l'eau* du Québec, ainsi que les droits de propriété. Ce type de régime est aussi appelé régime institutionnel de ressources (RIR) et la Figure 3.1 présente son cadre d'analyse.

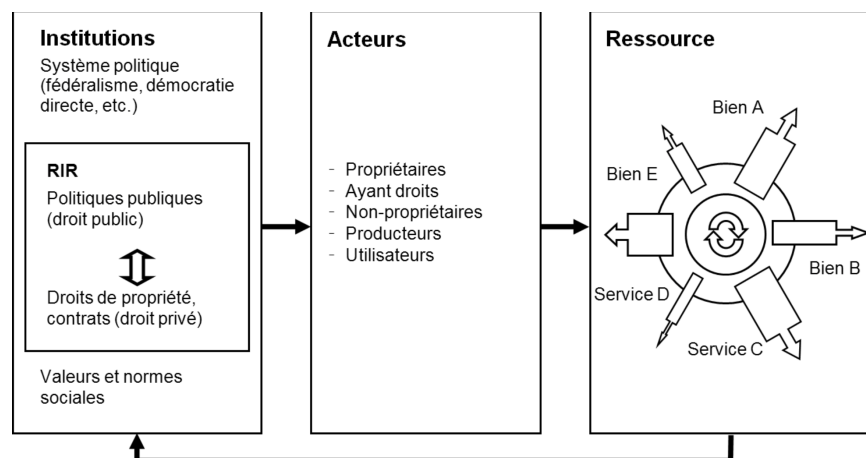


Figure 3.1 Cadre d'analyse du RIR (inspiré et traduit de : Knoepfel, 2000)

Le RIR se caractérise aussi selon deux aspects, soit par son étendue, donc le nombre de biens et services qui sont régulés de manière explicite, et par sa cohérence (interne et externe) qui consiste au degré de coordination entre les différents dispositifs de régulation. Il est possible de dégager une typologie du RIR selon ces deux dimensions : le régime inexistant a une étendue et une cohérence faibles, le régime complexe a une étendue élevée tandis qu'une cohérence faible, le régime simple a une faible étendue, mais une cohérence élevée, et finalement, le régime intégré possède à la fois une étendue et une cohérence élevées. Dans le cas du régime du fleuve Saint-Laurent, il y a une volonté d'atteindre un régime intégré, et ce, dans l'optique d'avoir des conditions menant à la durabilité des usages de la ressource en eau à l'aide d'outils et mécanismes, telles les TCR. En effet, il y a une relation causale entre le degré d'intégration d'un régime et la durabilité de la ressource. Cette relation s'explique par le fait que plus un régime est intégré, plus il y a une forte probabilité que des conditions d'utilisations durables de la ressource apparaissent. L'inverse est aussi vrai, en présence d'un régime ayant une cohérence et une étendue plus faibles, il y a plus de risques de surexploitation de la ressource. Il faut spécifier que cette relation causale est souvent appliquée dans une perspective analytique. Cela permet de qualifier la régulation des usages et de s'interroger sur leur durabilité. Cependant, cette relation causale n'est pas nécessairement directe et dépendra aussi de plusieurs composantes, telles les interactions entre les acteurs ou les systèmes de ressources ou les considérations sociales, économiques ou environnementales. (Nahrath et Gerber, 2014)

Enfin, l'économie institutionnelle s'intéresse aux liens entre l'économie et l'environnement et favorise l'instauration de « règles du jeu » (Nahrath et Gerber, 2014). Encore une fois, les droits de propriété des ressources sont au cœur de ce courant de pensée, et ce, par rapport à l'importance de l'analyse des droits d'usage appartenant aux différents utilisateurs. Cela permet une meilleure compréhension des modalités de gestion et d'exploitation du système ressourciel de manière plus ou moins durable. Ce courant tend donc vers l'approche de régime institutionnel, de gouvernance des biens communs, décrite par Ostrom. (Ostrom, 1990; Nahrath et Gerber, 2014) L'économie institutionnelle évoque aussi le fait que les institutions ont pour rôle d'être le médiateur entre la société et les ressources naturelles dont celle-ci est dépendante (Berkes, 1996). La mise en place de TCR pour les acteurs des différents secteurs du fleuve Saint-Laurent est un exemple de l'instauration d'institutions ayant pour objectif une meilleure gestion intégrée de la ressource.

3.2 Usages de la ressource

D'abord, la nature des biens et services provenant d'une ressource, telle l'eau, est multiple. En effet, elle peut autant être économique, politique, symbolique, écosystémique qu'esthétique. De plus, ces services écosystémiques fournis par la ressource ne sont pas seulement profitables à la société, mais aussi à la biodiversité ainsi qu'à l'économie à proximité de celle-ci. Également, l'usage de la ressource peut à la fois avoir une portée sur le plan social, par exemple, par la construction de bien-être et de sentiments d'appartenance, sur le plan politique, par un usage stratégique de la ressource et même sur le plan patrimonial, par l'héritage historique entourant celle-ci. (Nahrath et Gerber, 2014)

Selon l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), la valeur de l'eau comprend sa valeur économique ainsi que sa valeur intrinsèque. D'une part, la valeur économique totale des services écosystémiques fournie par la ressource en eau comprend deux composantes globales (OCDE, 2010). Elle est d'abord composée de la valeur d'usage de l'eau qui se subdivise sur trois plans, soit la valeur d'usage directe, comme les prélèvements d'eau potable, la valeur d'usage indirecte, comme ses fonctions hydrologiques, biologiques et de régulation ainsi que la valeur d'option, telles la conservation ou la production de diversité biologique. Il y a également la valeur de non-usage exprimée en valeur d'héritage, tels les changements irréversibles qui seront légués aux générations futures, et la valeur d'existence, soit l'existence d'un bien environnemental (Chevassus-au-Louis et autres, 2009). D'autre part, la valeur intrinsèque de l'eau se définit quant à elle par la valeur inhérente, en soi, qu'elle représente, tels l'esthétisme des paysages, l'aspect historique du fleuve et les caractéristiques récréatives de celui-ci et fait abstraction de sa valeur utilitaire ou instrumentale. Enfin, il y a le coût d'opportunité ou coût en ressources qui s'exprime lorsqu'un consommateur prive un tiers de l'opportunité d'utiliser cette eau et que cette utilisation a une valeur. Ce coût d'opportunité est nul lorsqu'il n'y a pas de concurrence entre plusieurs utilisateurs pour la même ressource ou qu'il n'y a pas de phénomènes de rareté (OCDE, 2010). Ensuite, les impacts néfastes des différents usages de la ressource sont fonctions de leur caractère dit matériel, comme l'exploitation hydroélectrique comparativement à celui immatériel, comme la beauté esthétique du fleuve. L'usage direct, comme le prélèvement d'eau, ou indirect, tel l'effet de dilution des polluants va aussi influencer sur les impacts. En somme, plus un usage sera matériel et direct, plus la corrélation avec la destruction de la ressource sera forte (Nahrath et Gerber, 2014).

Il est maintenant question des différents usages de la ressource en eau ayant lieu sur le territoire de la TCR HSLGM. Le fleuve Saint-Laurent représente une ressource permettant de nombreux usages. Il y a notamment les prélèvements hydriques (industriel, agricole) ainsi que l'approvisionnement municipal pour les usages domestiques, dont l'apport en eau potable et l'assainissement des eaux usées. D'autres usages *in situ*, soit directement dans le milieu naturel, sont observables sur le territoire. Parmi ceux-ci, certains sont des usages directs et matériels, comme la navigation commerciale et de plaisance (croisières, petites embarcations) ou la production hydroélectrique au barrage de Beauharnois, tandis que d'autres usages sont plus indirects, comme l'accès aux berges ou la baignade. Le degré de perturbation sur le milieu variera selon le type d'utilisation. Enfin, comme soulevé auparavant, la ressource est vitale pour le fonctionnement des écosystèmes et offre une multitude de services écosystémiques. Ces usages multiples peuvent toutefois représenter des pressions rendant l'équilibre de la ressource en eau plus fragile, mais s'ajoute à celles-ci le changement climatique global qui accentue sa vulnérabilité. La variabilité des débits et du niveau des eaux en lien avec les changements du cycle hydrologique est sans aucun doute l'un des impacts qui affecteront plus grandement les différents usages du fleuve. Des mesures d'adaptation aux changements climatiques dans les pratiques de gestion de l'eau devront être élaborées et intégrées dans le processus de gestion et de participation des différents usagers de la ressource. (Desjarlais et autres, 2010) Dans le cadre de cet essai, une attention particulière est portée sur deux usages majeurs, soit la navigation

commerciale ainsi que l'approvisionnement en eau potable, et ce, par leur place prépondérante dans le secteur de la TCR. Ces usages sont aussi un impératif sur le plan économique, entre autres par leur contribution au développement économique ainsi que sur le bien-être sociétal. Une interrogation des impacts du changement climatique global sur ceux-ci fait aussi partie de cette section.

3.2.1 Navigation commerciale

Tel qu'évoqué auparavant, le fleuve Saint-Laurent est l'une des plus importantes voies navigables à travers le monde et représente le plus grand axe fluvial sur le continent nord-américain (Desjarlais et autres, 2010). Cette activité est notamment considérée comme l'un des usages prioritaires par le *Traité des eaux limitrophes* canado-américain (D'Arcy et autres, 2005). Tout au long de son parcours se trouvent de nombreux ports maritimes, dont le Port de Montréal qui est le plus grand port à conteneurs de l'Est du Canada. Il s'agit d'un port de destination ou terminal final et il est même reconnu comme étant le « Modèle Montréal » (Port de Montréal, 2014a) par rapport à sa plateforme intermodale exemplaire et efficace qui fait de lui une référence mondiale. En effet, il possède son propre chemin de fer intégré aux quais de chargement et l'utilisation de technologies contribue à l'optimisation de la gestion du flux routier (Port de Montréal, 2014a). Ce port bénéficie également d'une situation géographique stratégique, soit 1 600 km à l'intérieur du territoire québécois permettant ainsi de desservir 40 millions de personnes en une journée par transport routier et 70 millions de consommateurs canadiens et américains en moins de trois jours par voie ferroviaire (Port de Montréal, 2014b). Cette position lui permet d'être le port international le plus près du cœur industriel de l'Amérique du Nord, et ce, via le fleuve Saint-Laurent ainsi que par sa liaison intermodale. Un rapprochement des différents marchés est donc possible et une grande diversification sur le plan des marchandises qui lui sont acheminées est observable. Il représente ainsi une plaque tournante de l'économie canadienne et constitue un terminal incontournable pour la navigation commerciale mondiale (Port de Montréal, 2014b). De plus, ce type de transport est reconnu comme étant le moyen de transport le plus écologique et économique en raison de son accès plus rapide et direct vers les principaux marchés nord-américains. Ce port très concurrentiel est donc l'un des maillons majeurs de la chaîne de transport canadienne de marchandises, soit plus de douze millions de tonnes sous forme de conteneurs chaque année, provenant de tous les continents. Grâce à ses infrastructures, le Port accueille aussi l'industrie de la croisière, ce qui permet à la Ville de Montréal d'avoir un accès maritime privilégié favorisant son développement touristique. L'Annexe 6 regroupe les statistiques concernant les types de marchandises manutentionnées ainsi que le nombre de tonnes par an et le nombre de croisiéristes accueillis par an. Celles-ci permettent de bien saisir l'importance de ce port pour l'économie québécoise et canadienne (Port de Montréal, 2014c).

Sur le plan environnemental, le Port a adopté en 2010 une politique de développement durable et il est membre fondateur de l'Alliance Verte qui est un programme visant la certification environnementale qui est basée sur cinq niveaux (1); veille réglementaire, (2); utilisation systématique de bonnes pratiques, (3);

intégration des bonnes pratiques à l'intérieur d'une stratégie et connaissance de l'impact, (4); introduction de nouvelles technologies et (5); excellence et *leadership*) destinée à l'industrie maritime nord-américaine. Par exemple, l'Administration portuaire de Montréal a obtenu le rendement suivant pour l'année 2014 : niveau (4) pour ses émissions de GES ainsi que pour la prévention pollution eau et sol et un niveau (5) par rapport aux conflits d'usage et à son *leadership* environnemental. (Alliance verte, 2014) Le Port a aussi mis en place en 2001 une politique environnementale lui permettant de disposer d'un soutien dans sa gestion quotidienne ainsi que dans la planification de son développement. Cette politique est centrée autour de quatre principes, soit la conformité environnementale, la protection de l'environnement, la gestion environnementale et la communication (Port de Montréal, 2014d).

Afin de permettre la navigation commerciale, un chenal de navigation entre les villes de Montréal et Québec a été réalisé à l'aide de travaux de dragage, et ce, à quatre reprises (1883, 1910, 1992 et 1999) allant de 7,5 m à 11,3 m à ce jour (Port de Montréal, 2014e). Le fleuve possède aussi plusieurs caractéristiques physiques affectant la navigation sur son cours. En effet, la profondeur de son lit varie et il est à sa plus faible profondeur entre Québec et Montréal, soit dans la région du lac Saint-Pierre. Il est important de noter que le niveau du fleuve n'est pas statique dans le temps, car il est soumis aux aléas des conditions climatiques. Les marées, avec une amplitude allant jusqu'à 6 m, font aussi partie du portrait devant être pris en compte lors de la navigation. Les ponts ainsi que les lignes électriques à haute tension réduisent également la hauteur maximale des navires pouvant circuler sur le fleuve. (Port de Montréal, 2014e) C'est ainsi que le volume de marchandises pouvant être transporté à bord des navires commerciaux variera selon les niveaux de l'eau. Des calculs doivent donc être faits afin de connaître le nombre maximal de conteneurs qui pourra être transporté, et ce, en fonction des projections diffusées par Environnement Canada, le Service hydrographique du Canada et la Garde côtière canadienne (Port de Montréal, 2014f).

De plus, grâce à un outil informatique en vigueur sur le territoire du Saint-Laurent depuis 2008, soit la navigation électronique, il est possible d'avoir une meilleure connaissance de la variation du lit du fleuve avec une plus grande précision. Cet outil permet donc de maximiser la colonne d'eau du fleuve et ainsi, optimiser le chargement de chaque navire circulant sur le fleuve. Ce système inclut aussi plusieurs informations essentielles : l'état du chenal, la position des hauts-fonds, les avis de navigation, l'interconnexion avec le système international de communication terre-navire, l'état des marées, les niveaux d'eau en temps réel, etc. (Port de Montréal, 2014g). Une tendance est aussi observable quant à la construction des navires. Il s'agit du standard « Panamax » (Port de Montréal, 2014f) qui détermine la largeur maximale des navires dans l'optique de pouvoir naviguer sur le canal de Panama. Ce standard a évolué, passant de 32 m à 42,5 m, et il est maintenant connu sous le nom de « post-Panamax » (Port de Montréal, 2014f), permettant un plus grand chargement tout en conservant le même tirant d'eau, soit la partie immergée des navires (Port de Montréal, 2014f). Dans un contexte de variabilité climatique, ce nouveau standard de construction maritime est intéressant :

« [l']utilisation de tels navires sur le fleuve permettrait d'augmenter le volume de marchandises transportées pour répondre à la demande du marché, mais également de contrecarrer une éventuelle baisse des niveaux d'eau due au réchauffement climatique » (Port de Montréal, 2014f).

En 2013, des décisions ont été prises en ce sens. En effet, les règles de navigation sur la Voie maritime du Saint-Laurent ont été modifiées en raison d'une décision prise par la Garde côtière à la suite d'une étude réalisée par le Port de Montréal, Transports Canada ainsi que les corporations de pilotes du Saint-Laurent. Cette nouvelle réglementation consent donc de faire passer la largeur maximale des navires circulant sur le fleuve de 32 m à 44 m. Les navires Aframax (44 m de large) peuvent désormais naviguer jusqu'à Montréal, ce qui n'était pas permis auparavant. (Bergeron, 27 octobre 2014; Cliche, 28 mai 2015) Enfin, tel que dit auparavant, la gestion des niveaux des Grands Lacs et du Saint-Laurent est assumée par la CMI. Cette commission a pour mission d'assurer la régularisation du niveau de ces plans d'eau permettant entre autres l'utilisation du fleuve comme voie de navigation commerciale (CMI, s. d.).

En ce qui a trait aux changements climatiques, la navigation commerciale est soumise à certains de ses effets. Le plus grand impact en lien avec ces phénomènes est certainement la baisse plus ou moins importante prévue du niveau des eaux du fleuve Saint-Laurent et du lac Ontario. Jusqu'à présent, les impacts reliés aux bas niveaux sont surtout observables en période d'étiage à la fin de la période estivale (D'Arcy et Bibeault, 2004). C'est surtout entre Montréal et Trois-Rivières où l'effet est davantage perceptible, ce qui représente un tronçon primordial à surveiller pour la navigation commerciale (Canada. Pêches et Océans Canada, 2010). De plus, certains scénarios climatiques futurs laissent présager que deux régions, soit celle du lac Saint-Pierre ainsi qu'à proximité du Port de Montréal, subiront une augmentation des contraintes de navigation (Desjarlais et autres, 2010; Parent et Anctil, 2012).

Plusieurs exemples concrets illustrent l'impact direct d'une modification à la baisse du niveau du fleuve. Un laquier, soit un navire transportant du fret en vrac (grain, charbon ou minerai), devrait réduire jusqu'à 35 tonnes métriques pour chaque centimètre de tirant d'eau perdu lors d'un épisode de baisse du niveau d'eau du fleuve. Pour ce qui est des porte-conteneurs, ce sont approximativement cinq conteneurs qui devront être enlevés pour chaque centimètre en moins. (CMI, s. d.; Québec. MDDELCC, 2014) Ces exemples illustrent l'impact majeur occasionné sur cette industrie maritime par la variation hydrologique provoquée par les conditions climatiques. De plus, ce sont les navires provenant de l'international qui seront plus affectés, car ils devront réduire davantage leurs marchandises par mesure préventive en raison de la difficulté de prévoir avec exactitude les niveaux d'eau sur le fleuve deux à trois semaines avant de le parcourir. Cela se traduirait aussi par l'augmentation des déplacements pour la même quantité de marchandises ce qui provoquerait la hausse du coût de transport en général. Cette double augmentation se refléterait par la suite sur le prix de ces marchandises et par le fait même, pourrait affecter la viabilité économique de plusieurs régions nord-américaines. (CMI, s. d.) L'industrie maritime du Saint-Laurent se devra de s'adapter afin de conserver sa position concurrentielle malgré un contexte de changements climatiques où la baisse des niveaux d'eau est prévue (Québec. MDDELCC, 2014).

C'est dans cet état d'esprit que le Comité de concertation Navigation, créé en 1998 en lien avec le *Plan d'action Saint-Laurent*, a entrepris une étude sur les différentes options d'adaptation envisageables qui auraient pour but de maintenir les activités de navigation sur le fleuve ainsi que celles ayant lieu sur les sites portuaires. Différents constats peuvent être dégagés de cette étude gouvernementale publiée en 2005. D'une part, si les fluctuations à la baisse sont plutôt faibles, la navigation commerciale pourrait s'y adapter en ayant accès à des prévisions climatiques à long terme permettant à cette industrie d'optimiser ses critères de « marge de sécurité » (D'Arcy et autres, 2005) établis pour le transport de marchandises. Cette adaptation diminuerait la vulnérabilité face aux variations des niveaux fluviaux. D'autre part, si la diminution du niveau des eaux sur le fleuve était plus importante, des mesures plus drastiques devraient être entreprises, comme la réorganisation du transport maritime parcourant le fleuve ainsi que de ses infrastructures portuaires, ou l'adaptation par la technologie, telle la modification des navires afin de réduire leur tirant d'eau. (D'Arcy et autres, 2005)

Par contre, malgré que ces adaptations semblent faisables, la réalité économique est autre. En effet, le contexte d'échanges économiques mondial est en croissance et les investissements requis pour ce type d'adaptations seraient majeurs. La réduction du niveau des eaux pourrait aussi avoir un impact sur le tonnage des navires commerciaux qui devraient les revoir à la baisse. Cela aurait des conséquences économiques majeures sur l'industrie du transport de marchandises ainsi que sur le Port de Montréal. Par exemple, si les navires commerciaux n'étaient plus en mesure d'être chargés à leur pleine capacité en raison d'une diminution du niveau des eaux du fleuve, la Voie navigable du Saint-Laurent ainsi que le Port de Montréal ne seraient plus privilégiés pour le transport commercial mondial vers les marchés nord-américains. Cette éventualité représente un facteur qui mènerait vers une perte de parts de marché, et ce, par l'effet négatif sur la compétitivité du trafic maritime du fleuve ainsi que du Port de Montréal par rapport à d'autres voies maritimes comme celle vers le Port de New York/New Jersey. Si cela se produisait, ce changement entraînerait l'augmentation des autres transports (routier et ferroviaire) pour l'acheminement des marchandises vers le Québec et le Canada. (D'Arcy et autres, 2005)

Une autre alternative pour pallier la réduction du niveau des eaux seraient d'avoir recours à des adaptations et modifications du milieu naturel du fleuve, soit à l'aide du dragage et d'autres ouvrages techniques de régulation des eaux. Ce type d'adaptation aurait toutefois des impacts néfastes sur le plan environnemental (D'Arcy et autres, 2005). En effet, le dragage peut entraîner une perturbation de l'équilibre écologique du fleuve occasionnée par la destruction de la biodiversité aquatique. Le relargage de contaminants, comme le mercure, qui sont présents dans les sédiments lors de ces travaux représenterait aussi une menace pour la vie aquatique et la qualité de l'eau (Canada. Environnement Canada, 2011a).

Cependant, ce type de travaux doit faire l'objet d'une évaluation environnementale avant sa réalisation, et ce, en respect avec le cadre législatif gouvernemental, autant provincial que fédéral, pour les projets de dragage dans le fleuve Saint-Laurent. Il y a également un groupe de travail qui a élaboré un plan de gestion

intégrée du dragage et des sédiments en 2003. Ce plan contribue à prendre en compte les exigences environnementales, économiques et sociales pour entreprendre des travaux de dragage et favorise la concertation des différents secteurs touchés par ceux-ci pour évaluer les gains et pertes associés aux différents projets. (D'Arcy et Bibeault, 2004) En octobre 2014, le Port de Montréal a notamment mentionné qu'il envisageait d'augmenter la profondeur du chenal maritime entre la Ville de Québec et Montréal à l'aide du dragage. Ces travaux seraient faits dans l'optique de rester compétitif par rapport aux ports américains, qui eux, ont déjà recours à certaines adaptations de leurs infrastructures afin de permettre la venue de navires de plus grande envergure (Bergeron, 27 octobre 2014).

Pour conclure, d'autres effets climatiques ont des répercussions sur cet usage du fleuve. La hausse du niveau des eaux ainsi que les débits excessifs en lien avec les changements climatiques pourraient aussi avoir un impact sur la navigation commerciale. En effet, cela pourrait occasionner des risques d'inondations des postes de mouillage et des infrastructures portuaires. L'augmentation des débits provoquerait de forts courants pouvant réduire la vitesse des navires commerciaux et même demander une interruption temporaire de la navigation fluviale en raison d'un risque trop élevé pour la sécurité maritime. La navigation dans les écluses lors de forts courants pourrait notamment mener vers des manœuvres dangereuses. Une réglementation volontaire, mise en vigueur par les autorités de la Voie maritime du Saint-Laurent, limite aussi la vitesse de croisière des navires dans les portions du fleuve affectés par l'érosion de ses berges ainsi que lors des périodes où les niveaux d'eau atteignent un stade critique. (CMI, s. d.) Enfin, en raison des variations climatiques, la navigation commerciale en période hivernale pourrait être affectée, mais cette fois-ci de manière positive. En effet, la hausse des températures pourrait prolonger la saison de navigation en eaux libres sur le fleuve, en réduisant la durée du couvert de glace du fleuve, ce qui aurait un impact économique positif sur l'industrie (Desjarlais et autres, 2010).

3.2.2 Approvisionnement en eau

L'eau étant un besoin vital pour toute source de vie, cette ressource a notamment joué un rôle majeur pour les sociétés et a eu une contribution fondamentale dans l'évolution des civilisations. L'accès à l'eau potable par l'instauration de réseaux urbains ainsi que l'implantation d'infrastructures d'assainissement ont entre autres permis l'augmentation de la qualité de vie urbaine en plus d'assurer une certaine salubrité dans les villes et par le fait même, améliorer la santé publique (Mailhot et Duchesne, 2005).

C'est donc pourquoi un deuxième usage majeur du fleuve Saint-Laurent est traité dans ce présent chapitre, soit son rôle d'approvisionnement en eau potable pour les centres urbains. Ce fleuve constitue une importante source d'approvisionnement pour le Québec; 47 % de la population desservie par les réseaux de distribution municipaux s'approvisionne en eau de surface provenant du fleuve (Robert et Bolduc, 2012). En 2006, 88,5 % des prélèvements d'eau du Québec provenaient d'une source d'eau en surface tandis que 11,5 % des prélèvements étaient d'origine souterraine (Parent et Ancil, 2012). Enfin, les proportions d'alimentation en eau varient selon les différents secteurs d'activités : 46 % pour le secteur municipal,

49 % pour le secteur industriel, 4 % pour la production thermo- et hydro- électrique, 1 % pour l'irrigation et moins de 1 % pour les autres secteurs (commercial et institutionnel, élevage et autres) (Parent et Anctil, 2012).

Le secteur municipal est maintenant plus amplement décrit. Le cycle hydrique urbain comporte plusieurs étapes permettant son bon fonctionnement : (1) le prélèvement des eaux brutes (dans le cas présent, en provenance du fleuve Saint-Laurent), (2) le traitement de potabilisation des eaux, (3) la distribution par un réseau de canalisation vers les différents usagers de la ressource, (4) l'utilisation par les usagers à des fins domestiques, industriels ou agricoles et (5) la collecte, le traitement et le rejet des eaux usées par une usine d'épuration qui seront évacuées par la suite dans les cours d'eau, ici le fleuve. (Mailhot et Duchesne, 2005) La deuxième étape, soit le traitement de potabilisation des eaux est cruciale dans ce cycle et comporte plusieurs procédés. L'Annexe 7 présente les différents procédés possibles ainsi que les buts d'utilisation de ceux-ci.

Voici les différents procédés utilisés par la Ville de Montréal. Il y a d'abord l'étape du dégrillage puis de la clarification à l'aide d'un procédé de floculation-décantation favorisant l'agglomération de MES. L'étape de la filtration parvient quant à elle à l'élimination d'environ 85 % des bactéries présentes dans l'eau prélevée. Une autre étape importante est la désinfection. Par exemple, les usines de Charles-J. Des Baillets, Lachine et Pierrefonds ont investi dans un procédé d'ozonation, où l'ozone, qui est un agent oxydant efficace, permet l'élimination des virus et bactéries toujours présents dans l'eau filtrée. Cette étape aide aussi à rendre l'eau inodore et sans goût indésirable. La dernière étape du traitement de l'eau consiste à la chloration de l'eau permettant ainsi d'éviter la prolifération des bactéries dans le réseau de distribution urbain. (Montréal, s. d.a) Ces différents procédés peuvent être généralisés aux autres usines de traitement de l'eau potable à quelques différences près, comme pour le type de produit utilisé à l'étape de décantation ou le recours à l'ozonation qui n'est pas un procédé qui est utilisé dans chaque usine (Suisse. Office fédéral de la santé publique (OFSP), 2010). À la suite des traitements, l'eau se doit d'être entreposée avant d'être distribuée aux utilisateurs. Afin de garantir une eau de qualité en tout temps, les villes doivent disposer de réservoirs d'eau potable. Par exemple, la Ville de Montréal possède 14 réservoirs sur son territoire, ce qui lui permet de desservir 1,8 million de résidents en plus de distribuer une eau potable aux industries, commerces et institutions (Montréal, s. d.b).

Toujours en portant un regard sur le territoire de la TCR, l'exemple suivant permet d'apprécier l'importance du fleuve comme source d'approvisionnement. Les plus grandes usines de production d'eau potable de la Ville de Montréal sont celles de Charles-J. Des Baillets et Atwater. Elles ont respectivement la capacité de produire environ 1,1 million et 1,4 million de mètres cubes d'eau par jour, ce qui représente une capacité de production de 88 % par rapport à la totalité des usines sur le territoire de Montréal (Montréal, s. d.c). Concrètement, l'eau qui est traitée dans ces usines est puisée à environ 500 m de la rive du fleuve, soit en amont des rapides de Lachine. Selon la Ville de Montréal, cette position de puisage permet d'avoir accès à

une eau bien oxygénée où les MES sont peu présentes ce qui facilite le traitement de potabilisation (Montréal, s. d.b). Ceci s'explique par le fait que, dépendamment de la source d'eau, donc de la variabilité du degré de pollution ou de MES présentes dans l'eau, un prétraitement devra être ajouté en amont du traitement conventionnel afin de séparer les particules en suspension ainsi que de diminuer la teneur des substances dissoutes (Suisse. OFSP, 2010). L'une des principales raisons qui justifie cette position favorable quant aux prélèvements de ces usines montréalaises est le fait que le lac Ontario agit comme un bassin de décantation naturel permettant un apport d'eau dans le fleuve qui est réduit en MES (PASL, 2015a). Actuellement, l'eau circulant dans le fleuve est composée d'un mélange des eaux provenant de deux sources principales selon une proportion assez constante : 80 % de l'eau provient des Grands Lacs et celle-ci se démarque par sa limpidité et sa grande qualité du point de vue physico-chimique tandis que 16 % de l'eau provient de la rivière des Outaouais et elle est plus fortement chargée en sédiments (Québec. MDDELCC, 2015d). Effectivement, cette rivière est chargée en MES, en phosphore total, en ammoniacque et en carbone organique dissous, et ce, en raison du fait que ce tributaire parcourt une région fertile et à forte utilisation du sol de type agricole (Hudon, 2008). La qualité de l'eau brute est donc dépendante de l'origine de sa source. Si la proportion venait à changer, il serait donc plus coûteux de traiter un mélange ayant une proportion plus élevée provenant d'un tributaire, telle la rivière des Outaouais, surtout durant une période de forts débits ainsi qu'en présence d'une grande teneur en particules en suspension et dissoutes qu'une eau provenant majoritairement du lac Ontario qui ne requiert qu'un traitement minimal pour la rendre potable (Canada. Environnement Canada, 2011b).

De plus, les lieux et les sources de prélèvement d'eau possèdent des caractéristiques particulières qui doivent ainsi être considérées dans l'évaluation des chaînes de traitement d'eau potable, et ce, dans le but de respecter les exigences du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* qui a été adopté par le gouvernement du Québec en 2001. Afin de respecter ce règlement qui assure la protection de la santé publique québécoise, les traitements doivent être ajustés ou corrigés pour maintenir une production d'eau potable de qualité en lien avec des normes imposées par celui-ci. (Montréal, s. d.b) Les municipalités du Québec ont également certains pouvoirs par rapport à la gestion de l'eau urbaine. Selon le Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT) :

« [l]a municipalité peut, en vertu de ses pouvoirs, installer et gérer des services collectifs d'alimentation en eau potable ainsi que d'évacuation et de traitement des eaux usées » (Québec. Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT), 2010).

Par contre, le MDDELCC a un pouvoir de surveillance et de contrôle sur les prélèvements en eau ainsi que sur la distribution de celle-ci pour la consommation humaine, et ce, en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE) et de plusieurs de ces règlements (Québec, MAMOT, 2010). Ceux-ci, comme le *Règlement sur la déclaration des prélèvements d'eau* de 2009, la *Stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'alimentation en eau potable* de 2012 ou le *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* de 2014 permettent de s'assurer de la protection des sources et de

l'approvisionnement en eau pour la population québécoise (Québec. MDDELCC, 2015e; Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), 2012).

Selon la Coalition québécoise pour une gestion responsable de l'eau *Eau Secours!*, les municipalités sont toutefois vulnérables face à l'accès et à distribution de la ressource. Un événement a notamment marqué la région du Grand Montréal récemment. Privées d'eau potable, les villes de Longueuil, Boucherville et Saint-Bruno ont dû faire face à une situation critique en janvier 2015. En effet, un déversement de 28 000 litres de diesel est survenu dans le réseau d'égouts de la Ville de Longueuil et cela a résulté par la privation d'eau potable pour environ 300 000 résidents de la Rive-Sud de Montréal durant quelques jours. Cette situation a aussi soulevé un questionnement par rapport à la préparation ainsi qu'à la coordination entre les acteurs municipaux et gouvernementaux des paliers supérieurs quant à la gestion de crise. Cet événement s'est produit durant le contexte actuel, où l'augmentation du transport d'hydrocarbures via des projets de pipelines par exemple, suscite de nombreuses préoccupations environnementales et sociétales, telle une menace pour les sources d'approvisionnement en eau potable. (Coalition Québécoise pour une gestion responsable de l'eau *Eau Secours!*, 2015)

Par ailleurs, il est possible de discerner que les changements climatiques auront certains impacts sur cet usage du fleuve. Malgré que la ressource hydrique semble inépuisable puisque la population québécoise a majoritairement accès en tout temps à une quantité et une qualité d'eau, il subsiste des épisodes où la disponibilité en eau potable, en terme de variation des caractéristiques physicochimiques pouvant affecter la qualité de l'eau, pose problème. Cela peut se produire par exemple, lors de périodes de sécheresse prolongées ou en présence d'une diminution des débits et du niveau de l'eau du fleuve Saint-Laurent. Comme mentionné auparavant, ce type de variations pourrait être attribué aux effets du changement climatique global, et ce, par la perturbation du cycle hydrologique. Cette situation est d'autant plus significative, car elle est souvent jumelée à une hausse ponctuelle de plusieurs utilisations en eau, comme les prélèvements pour des fins agricoles ou pour des usages domestiques et récréatifs durant la même période, créant ainsi un effet amplificateur par rapport à la demande d'approvisionnement en eau. (Québec. MDDELCC, 2014) Plusieurs événements liés au climat peuvent aussi perturber la gestion de l'eau en milieu urbain, comme les périodes de sécheresse, les bris d'équipements ou les inondations lors d'épisodes climatiques extrêmes. Étant donné que les changements climatiques risquent de perturber la fréquence, l'intensité et la durée des événements climatiques extrêmes, les systèmes urbains ne pourraient éventuellement plus être en mesure d'être souples ou de s'adapter par rapport à ceux-ci (Mailhot et Duchesne, 2005). De plus :

« [c]es situations, sans toutes présenter la même importance ni entraîner des conséquences de même gravité, sont un rappel des risques que font peser les aléas météorologiques sur le fonctionnement des systèmes urbains et sur la sécurité humaine, et des impacts regrettables pouvant résulter du dysfonctionnement de certains ouvrages. » (Mailhot et Duchesne, 2005)

Un autre élément important à soulever en lien avec l'effet des changements climatiques et à la baisse du niveau des eaux du fleuve serait la réduction voire même la destruction d'hectares de milieux humides en berges du Saint-Laurent (Québec. MDDELCC, 2014). Cet impact se répercuterait aussi sur l'usage de l'approvisionnement en eau, mais reste variable selon la position des prises d'eau potable. Il est déjà possible d'observer une diminution de ces milieux dans plusieurs régions du Québec depuis plusieurs années. Sans nécessairement l'associer directement au changement climatique global, cette perte a pour corollaire d'accentuer la problématique de rareté de la ressource (Pellerin et Poulin, 2013). Cela s'explique par le fait qu'en situation de disparition de ces MH, ceux-ci ne peuvent plus jouer un rôle capital dans la dynamique du cycle hydrologique. Effectivement, ces milieux ont d'une part, une capacité de rétention et de stockage de l'eau durant les épisodes de pluie et d'autre part, permettent une remise en circulation graduelle de la ressource hydrique dans l'environnement durant les périodes exemptes de précipitation (Rousseau et autres, 2013). Le système est donc privé d'une double fonction écosystémique, soit celle de régulation et de contribution à l'approvisionnement pour la population. De plus, des situations de carence en eau potable : « [...] occasionnent d'importants coûts pour la société, une modification des habitudes de consommation, des risques pour la sécurité et des pertes économiques » (Québec. MDDELCC, 2014). La baisse des niveaux d'eau pourrait aussi causer une plus grande colonisation par la moule zébrée sur les prises d'eau potable qui pourraient à leur tour altérer leur bon fonctionnement, car il y aurait une augmentation des risques de colmatage (Canada. Environnement Canada, 2011b).

Tel que mentionné précédemment, la qualité des eaux brutes du fleuve pourrait aussi être compromise par un contexte de changements climatiques. Par exemple, l'augmentation des températures entraînerait une hausse de l'évapotranspiration des cours d'eau ainsi qu'une réduction de la capacité de dilution de certains polluants par la baisse du niveau d'eau (Murdoch et autres 2000). Cela aurait nécessairement une répercussion sur l'efficacité des traitements de l'eau potable ainsi que sur leurs coûts (Mailhot et Duchesne, 2005). L'augmentation de la température de l'eau liée aux changements climatiques pourrait également engendrer une prolifération d'algues et de plantes aquatiques. La hausse des températures pourrait avoir un impact sur l'eau brute destinée aux traitements de potabilisation par la présence d'odeurs et de goûts terreux en lien avec cette production de particules organiques. Afin de corriger cet effet indésirable, les usines devraient avoir recours à un traitement additionnel nécessitant des coûts supplémentaires (Canada. Environnement Canada, 2011b).

Plusieurs acteurs interrogés dans le cadre de cet essai ont soulevé certains éléments liés à l'approvisionnement en eau potable. D'après l'un d'eux, la couronne nord de Montréal, pour qui la rivière des Mille Îles est la principale source d'approvisionnement en eau potable, est un secteur sensible et critique. En effet, cette rivière est soumise à de grandes variations d'eau et plusieurs épisodes extrêmes de bas niveau ont pu être observés au cours des dernières années. Selon lui, ce secteur ne sera certainement pas épargné dans un contexte de changement climatique global. Cette région a aussi subi au cours des dernières décennies une pression démographique qui est corrélée à une augmentation de la demande

d'approvisionnement en eau potable. Il mentionne également que l'un des risques municipaux associés aux changements climatiques serait la réduction de la proportion de l'alimentation du fleuve par les Grands Lacs. Cela entraînerait l'obligation d'investir des millions de dollars en infrastructures, car les usines de traitement des eaux du Grand Montréal n'ont pas les infrastructures nécessaires au traitement de l'eau ayant une plus grande proportion d'apports d'eau de la rivière des Outaouais. De plus, comme évoqué auparavant, l'accès à une eau brute de qualité et en quantité suffisante pour la production d'eau potable est un enjeu majeur soulevé par le secteur municipal. Dans un contexte de changements climatiques, les municipalités faisant partie de la région de la TCR se préoccupent aussi des prises d'eau qui pourraient être compromises par les faibles niveaux d'eau dans le fleuve.

En somme, il est important de souligner que les impacts soulevés dans cette section varient en fonction de la portion du fleuve, donc de la position des prises d'eau potable des stations de traitement d'eau. Selon une étude menée en 2003, sur une trentaine de stations s'approvisionnant de l'eau fleuve Saint-Laurent, donc du bassin des Grands Lacs, trois stations ont été considérées comme étant plus vulnérables aux variations du niveau des eaux depuis cent ans (Carrière et autres 2007). La vulnérabilité à laquelle les municipalités font face quant à leur approvisionnement dépend également de plusieurs facteurs : la nature et l'ampleur des événements climatiques, la nature des sources d'approvisionnement, la demande en eau, les capacités d'adaptation dans les modes de gestion et la vulnérabilité des infrastructures (Ouranos, 2010). Toujours d'après l'étude de 2003, il est toutefois relevé que certaines mesures ont été entreprises dans le but de diminuer cette vulnérabilité. En effet, des travaux de restauration de l'apport d'urgence des prises d'eau de deux des stations de Montréal, soit Atwater et Charles-J. Des Bailleurs, ont été entrepris dans le but de récupérer leur pleine capacité (Carrière et autres 2007). Le Tableau 3.1 sert quant à lui à faire une synthèse des événements météorologiques pouvant être associés au changement climatique global ainsi que des impacts occasionnés sur la gestion des eaux en contexte urbain.

Tableau 3.1 Événements climatiques et leurs impacts sur la gestion de l'eau urbaine (tiré de : Mailhot et Duchesne, 2005)

Événements météorologiques types	Impacts
Accroissement du nombre et/ou de l'intensité des événements de pluie intense	<ul style="list-style-type: none"> • Accroissement des risques d'inondation et de refoulement de réseaux de drainage • Accroissement du nombre de débordements et des volumes totaux déversés aux cours d'eau récepteurs sans traitement (réseaux unitaires) • Détérioration de la qualité (qualités biologique et micro-biologique) et risque d'augmentation d'érosion des berges des cours d'eau récepteurs
Prolongement et augmentation de la fréquence des périodes de faible pluviométrie et augmentation des températures	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution des volumes disponibles aux points de prélèvement (eaux de surface et souterraines) • Possible détérioration de la qualité des eaux de surface aux points de prélèvement • Diminution des capacités de prélèvement des infrastructures en place suite à une diminution des niveaux aux points de prélèvement
Augmentation et intensification des périodes de canicule	<ul style="list-style-type: none"> • Croissance de la demande en eau potable
Augmentation du nombre d'événements pluvieux en période hivernale	<ul style="list-style-type: none"> • Accroissement des risques d'inondation (difficulté à collecter les eaux pluviales à cause de l'obstruction des regards par la neige et la glace)

Finalement, plusieurs pistes d'adaptation font déjà surface pour contrecarrer ces situations qui seront certainement plus fréquentes selon les estimations à l'horizon 2050 en lien avec l'anticipation d'une baisse des niveaux et des débits du fleuve Saint-Laurent, couplée avec la hausse attendue de la demande en eau dans plusieurs secteurs et usages (Centre d'expertise hydrique du Québec, 2013; Mailhot et autres, 2008). Les municipalités québécoises ont notamment entrepris plusieurs actions et ont adopté certaines réglementations en ce sens. Par exemple, en période de sécheresse, des restrictions temporaires de certains usages de la ressource sont émises pour assurer une économie de l'eau. Des mesures plus drastiques sont aussi entreprises comme le déplacement de certaines prises d'eau dans le but d'assurer un apport constant ou la réalisation de travaux à même les cours d'eau pour augmenter le débit à proximité des prises d'eau (Québec. MDDELCC, 2014). Par exemple, en 2010, des travaux d'écrtage d'urgence ont dû avoir lieu sur la rivière des Mille Îles afin de maintenir un débit minimum permettant ainsi d'assurer l'approvisionnement en eau de 400 000 personnes demeurant dans cette région (Conseil des bassins versants des Mille Îles (COBAMIL), 2012; Québec. MDDEP, 2011).

3.3 Conflits d'usage de la ressource

Il existe plusieurs types de rivalités d'usage en lien avec une ressource commune. De manière générale, il s'agit d'un duel entre les usagers pour l'accès, l'usage et/ou l'appropriation d'une même ressource dont le but ultime est de pouvoir bénéficier des biens et services provenant de celle-ci. Dans le cas de la ressource en eau du fleuve Saint-Laurent, il peut d'abord s'agir d'une rivalité dite homogène lorsque celle-ci survient pour le même type d'usage d'un bien et service. Il est aussi possible d'assister à une rivalité hétérogène, et ce, par rapport à une même ressource permettant la production de biens et services différents. (Pflieger, 2015b; Ostrom, 1990) Le comportement des usagers envers la ressource peut aussi influencer sur la gestion durable de celle-ci. Par exemple, un usage excessif de la part de certains acteurs ne favorise pas sa préservation (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012). Également, afin d'assurer la pérennité des usages (par la gestion durable des ressources de la pêche, l'accès public aux berges du fleuve, la navigation durable commerciale et de plaisance ou l'apport autant quantitatif que qualitatif de l'eau qui est vital aux écosystèmes, à la société ainsi qu'à l'économie), la participation de tous les acteurs concernés par le milieu est requise (PASL, 2012c).

Pour ce qui est du territoire de la TCR HSLGM, les acteurs interrogés dans le cadre de cet essai ont mentionné qu'ils étaient témoins de certains conflits d'usage. Par exemple, des conflits entre les usagers quant à l'accès au fleuve sont observables, ce qui peut nuire au « bon voisinage » et à la préservation des milieux naturels. De plus, l'amélioration de la qualité de l'eau du fleuve depuis les dernières décennies a pour effet d'encourager les activités de plaisance, ce qui peut mener vers une surutilisation des berges comme lieu d'accostage pouvant entraîner une dégradation des milieux naturels riverains. Le secteur municipal est aussi confronté à des tensions entre certains usagers. Sur un plan, celui-ci défend les intérêts des citoyens, mais sur l'autre plan, il collabore avec plusieurs usagers de la ressource pour des fins économiques et il est lui-même usager de la ressource par son approvisionnement en eau potable.

Globalement, il est possible de percevoir une certaine compétitivité pour la ressource, mais celle-ci devra faire place à une complémentarité ou une collaboration entre les différents usagers du fleuve dans une optique de durabilité. Comme soulevé précédemment, la navigation commerciale est l'un des principaux usages du fleuve et certains conflits ou tensions avec les autres usagers du fleuve sont perceptibles. Dans le cas présent, ceux-ci seront mis de l'avant étant donné leur caractère perturbateur du milieu naturel et social. Par exemple, l'accès au fleuve peut être compromis par les installations portuaires en berge. Un participant interrogé a soulevé que cela fait notamment partie de débats politiques par rapport à l'accès au fleuve et représente souvent un enjeu soulevé par les citoyens de la région du Grand Montréal. L'interface entre le Port de Montréal et la communauté environnante peut donc être une source de tension permanente selon certains. L'administration portuaire de Montréal est consciente de cette réalité et elle a instauré une plateforme, *Nos Voisins du Port*, pour maintenir un bon voisinage et établir un dialogue ainsi que de permettre une meilleure cohabitation du fleuve (Port de Montréal, 2014h). Selon certaines personnes interrogées, l'augmentation du volume de transport maritime peut aussi mener à l'érosion des berges et notamment perturber certaines activités récréatives et de plaisance ayant lieu sur le fleuve. Ce plus grand volume peut aussi mener à l'accroissement des risques sur le plan de la sécurité par rapport aux autres usagers de la ressource. De manière générale, tous sont d'avis que les conflits d'usage pourraient s'intensifier entre autres par rapport à la baisse du niveau des eaux en lien avec le contexte climatique évolutif. En raison de la baisse prévue, la cohabitation du fleuve pourrait être remise en question, notamment en lien avec l'usage du fleuve comme voie navigable.

Pour conclure ce chapitre, les visions des différentes parties prenantes par rapport au type de gouvernance devant être pratiqué peuvent aussi contribuer à l'émergence de certaines tensions ou conflits d'usage. Cela peut notamment s'expliquer par le fait qu'il peut y avoir une confrontation entre deux courants de pensée. En effet, certains acteurs peuvent préconiser un courant de pensée *néomalthusien*. Ceux-ci verront l'eau comme un droit fondamental devant être accessible gratuitement pour quiconque. À l'opposé se trouve le courant dit *cornupien*, qui aborde une vision de l'eau où un profit peut être dégagé par rapport à cette ressource et que son accès est rendu possible par les lois du marché. (Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012) Cet exemple soulève la question complexe de la privatisation de la ressource, mais celle-ci ne sera pas traitée dans ce présent écrit.

4 GESTION INTÉGRÉE DE LA RESSOURCE HYDRIQUE À L'INTERNATIONAL

D'une part, ce chapitre permet de présenter un recensement de plusieurs efforts de gestion intégrée de la ressource en eau à travers le monde et de la manière selon laquelle les changements climatiques y sont pris en compte. D'autre part, trois études de cas sont analysées afin d'apprécier certaines expériences de gestion : le projet *Adapt'eau* dans la région Garonne-Gironde en France, l'*Initiative sur l'adaptation et le changement climatique (IACC)* du bassin inférieur du Mékong et le *Delta Programme* des Pays-Bas. C'est ainsi qu'un portrait circonscrit de chaque effort de gestion est fait en présentant d'abord brièvement leur situation géographique, leurs enjeux et usages de la ressource. Un regard particulier est ensuite fait quant à la place du contexte des changements climatiques dans leur système de gestion. Les structures et les types de gestion adoptés par les différentes communautés, incluant notamment les objectifs et le degré de participation, sont également soulevés. Ce chapitre se termine par une synthèse des points forts de ces trois études de cas.

4.1 Efforts de gestion intégrée

Afin d'orienter et soutenir les gestionnaires de la ressource en eau à intégrer l'adaptation aux changements climatiques dans leur système de gestion, la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (UNECE) ainsi que le Réseau International des Organismes de Bassin (RIOB) ont collaboré dans le but de dégager plusieurs leçons et bonnes pratiques. Cet écrit concerne particulièrement la gestion des eaux transfrontalières ainsi que l'adaptation aux changements climatiques, mais il peut être en partie généralisé à la gestion de l'eau dans son ensemble. Cette publication est d'autant plus pertinente par rapport à ce présent chapitre. En effet, il est possible de percevoir que pour intégrer cette dimension climatique, l'implantation de cadres institutionnels et juridiques est nécessaire et que plusieurs étapes à suivre doivent être entreprises dans l'élaboration d'une stratégie d'adaptation. L'Annexe 8 illustre le cadre qui favorise le développement d'une telle stratégie. Celui-ci renferme plusieurs composantes essentielles à son implantation, soit un renforcement des capacités à différents niveaux, une communication interne et externe, une amélioration des cadres stratégiques ainsi qu'un dialogue et une participation de la part des acteurs impliqués. Le Tableau 4.1 expose un recensement de plusieurs efforts entrepris à travers le monde et ceux-ci représentent des exemples de mise en application des leçons et bonnes pratiques décrites par l'UNECE et le RIOB, et ce, par l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques dans leurs pratiques de gestion. (Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (UNECE) et Réseau International des Organismes de Bassin (RIOB), 2015) En plus de ce tableau, les différents éléments soulevés dans le recueil de bonnes pratiques de l'UNECE et du RIOB peuvent aussi servir de guide pour la mise en œuvre d'une gestion intégrée et adaptative ainsi qu'être à la base de certaines recommandations décrites au prochain chapitre.

Tableau 4.1 Recensement d'efforts de gestion

Leçon *	Effort de gestion	Référence bibliographique
Exemples européens		
S'assurer d'un support de la part des paliers gouvernementaux et faciliter les échanges d'idées et d'expériences	<i>Strategy for the International River Basin District Rhine for adapting to climate change</i>	International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR) (2015)
Impliquer les acteurs dans le développement de plans d'adaptation	Garonne-Gironde, <i>Projet Adapt'eau</i>	Adapt'eau (s. d.)
Intégrer l'aspect climatique dans la planification territoriale de la gestion de l'eau	<i>International Commission for the protection of the Danube River (ICPDR) Climate change adaptation strategy</i>	International Commission for the protection of the Danube River (ICPDR) (2013)
Connaître son milieu, ses modes de gouvernance et ses capacités	<i>Projet GouvRhône</i>	GouvRhône (2014); Pflieger et Bréthaut (2014)
Créer un dialogue et une collaboration entre les parties prenantes et établir un plan d'action	<i>German Agency for International Cooperation project, Drin River Basin Management</i>	DrinCorda (2014)
Développer des outils d'aide à la décision et de partage de l'information	<i>Delta Programme</i>	Delta Programme Commissioner (2014)
Inclure dans la planification de gestion une évaluation de l'impact environnemental, gérer la communication interne et externe et développer des outils (données, modèles)	<i>Dniester River Basin</i>	UNECE (s. d.a)
Effectuer des analyses de vulnérabilités et harmoniser les données et les modélisations	<i>Neman River Basin</i>	UNECE (s. d.b)
Exemple asiatique		
Avoir recours à un cadre légal flexible, identifier les besoins pour le développement des capacités et implanter un plan de communication	<i>Initiative sur l'adaptation et le changement climatique, bassin inférieur du fleuve Mékong</i>	MRC (s. d.); MRC (2014)
Exemples des Amériques		
Faciliter la collaboration par l'utilisation d'un processus transparent et flexible	<i>Colorado River Basin</i>	USA. U.S. Department of the Interior (2012)
Réduire la fragmentation par un renforcement collaboratif	Californie	Lubell et Lippert (2011)
Développer des mesures d'adaptation, tel un système d'alertes	<i>Amazon River Basin</i>	Global Environment Facility (GEF) (2013)
Exemples africains		
Établir un processus de consultation et créer une synergie entre les mesures d'adaptation et les différents acteurs et secteurs d'activités	<i>Bugesera initiative (Burundi and Rwanda, GWP Eastern Africa), Water, Climate and Development Programme</i>	Global Water Partnership (GWP) Eastern Africa (2012)
Construire une plateforme de partage des connaissances	<i>The Nile Information System, Stratégie sur les changements climatiques, Nile Basin Initiative</i>	Nile Basin Initiative (2014)
* (inspiré et traduit de: UNECE et RIOB, 2015)		

4.2 Études de cas

Dans cette section, un regard est porté sur trois projets qui se démarquent autant par leurs efforts de gestion de l'eau que par le fait qu'ils intègrent la composante des changements climatiques dans leur système.

4.2.1 Projet Adapt'eau - Garonne-Gironde, France

Cette étude de cas a pour territoire l'estuaire de la Gironde ainsi que celui du fleuve Garonne. Ce dernier représente le principal axe fluvial du Sud-Ouest de la France (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA), 2015). Avant de se jeter dans cet estuaire, la Garonne, qui est un cours d'eau franco-espagnol d'une longueur de 525 km, prend source dans les Pyrénées Espagnoles. Ce fleuve parcourt plusieurs départements français ainsi que plusieurs villes d'importance, comme Toulouse et Bordeaux. Son bassin versant représente 10 % du territoire français (Syndicat Mixte d'Études et d'Aménagement de la Garonne (SMEAG), s. d.a). Une portion de ce fleuve (de l'estuaire à la Ville de Bordeaux) est une voie navigable pour des navires commerciaux, de croisière et navettes fluviales (SMEAG, s. d.a). Outre la navigation, la Garonne est destinée à plusieurs usages : production d'eau potable, prélèvement hydrique agricole et industriel, usages touristiques et récréatifs (plaisancier, pêche), production d'énergie (une centrale nucléaire, 44 barrages hydroélectriques) et milieu naturel accueillant de nombreuses espèces aquatiques et fauniques (SMEAG, s. d.b). Plusieurs enjeux concernent ce territoire dont la multitude d'usages de la ressource ainsi que l'importante fluctuation de son système hydrologique, dont les apports de ses affluents qui sont alimentés d'un régime pluvial océanique et d'un régime montagneux provenant des Pyrénées et du Massif Central (SMEAG, s. d.a). Les changements climatiques sont certainement un enjeu préoccupant pour cette région. En réponse à l'augmentation de l'exposition aux épisodes de crues, d'inondations et aux périodes d'étiages plus fréquents et sévères sur le territoire de la zone Garonne-Gironde, un projet est né, soit *Adapt'eau 2011-2015 : Adaptation aux variations des régimes hydrologiques (crues-étiages) dans l'Environnement Fluvio-Estuarien (EFE) de la Garonne-Gironde* par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) (IRSTEA, 2015).

L'objectif principal émanant de ce projet est de : « [...] faire émerger des stratégies adaptatives capables d'anticiper les défis des changements globaux posés aux territoires fluvio-estuariens ». (IRSTEA, 2015) Ce projet de recherche est également basé sur trois approches interdisciplinaires. En premier lieu, il s'agit d'« [é]valuer la vulnérabilité des socio-écosystèmes face aux impacts des variations des régimes hydrologiques » (Adapt'eau, s. d.a). Pour se faire, un diagnostic a été réalisé sous forme de caractérisation des impacts des variations des régimes hydrologiques sur le milieu d'étude, tant sur le plan sociétal, géohistorique que sur les écosystèmes (géochimique et faunistique). C'est lors de cette étape qu'une analyse de vulnérabilités de la société a été faite selon les critères suivants : des indicateurs de qualité de vie, une analyse anthropologique des expériences de riverains liées aux changements climatiques et une analyse du degré d'intégration de la problématique de la variabilité climatique au sein des politiques publiques et des modes de gouvernance. Un diagnostic géohistorique portant sur la dynamique fluviale

ainsi que sur les changements d'usage a ensuite été entrepris. Une analyse de la vulnérabilité des fonctionnalités des écosystèmes aquatiques a enfin été réalisée en tenant compte des aspects suivants : une caractérisation des risques de contamination dans l'EFE ainsi que celle de la vulnérabilité des ressources biologiques de l'écosystème de l'EFE (Agence nationale de la recherche (ANR), 2011; Adapt'eau, s. d.a). Ces deux analyses sont donc basées sur les aspects socio-économiques, biochimiques et écologiques du milieu à l'étude liés aux impacts des variations climatiques du régime hydrique de l'EFE Garonne-Gironde (Adapt'eau, s. d.a). En deuxième lieu, le projet avait pour objet d'« [i]dentifier et expérimenter des options d'adaptation innovantes » (Adapt'eau, s. d.a). C'est donc à ce stade du projet que l'identification ainsi que l'expérimentation des options d'adaptation ont été entreprises dans le but : 1) d'obtenir un inventaire non exhaustif d'options innovantes dans ce domaine et 2) d'effectuer un suivi ainsi qu'une évaluation basée sur les trois piliers du développement durable en lien avec des expérimentations de réaménagement naturel ainsi qu'une renaturalisation des berges de l'EFE Garonne-Gironde (ANR, 2011). En dernier lieu, il s'agissait de « [p]roduire des savoirs pour l'action par une intégration des connaissances » (Adapt'eau, s. d.a). Cette approche favorise une construction conjointe de scénarios d'adaptation qui est consolidée par le recours à plusieurs modélisations climatiques ainsi que sur l'utilisation de méthodes de concertation. Cela est fait dans une optique de développement durable et intègre un volet essentiel à sa réussite, soit l'établissement d'un dialogue sous forme d'ateliers et de débats ayant pour but de développer des méthodes de concertation et de diffuser des connaissances, telle une série d'options d'adaptation aux changements climatiques (ANR, 2011). Enfin, ces trois approches ont pour finalité de fournir aux décideurs des guides d'aide à la décision en mettant l'accent sur des actions à entreprendre pour faire face à la variabilité climatique à l'aide de nouveaux cadres de référence (ANR, 2011).

C'est ainsi que plusieurs chercheurs se sont réunis afin de concevoir des stratégies d'adaptation spécifiques à la zone de recherche, donc du territoire de la Garonne-Gironde. Plusieurs partenaires provenant de champs d'expertises variés (modélisation hydrologique et climatique, écologie, géochimie, économie, géographie ou sociologie et plus spécifiquement sur la gouvernance) font partie intégrante du projet : l'Université de Bordeaux ainsi que celle de Toulouse, l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (Centre Bordeaux Sud-Ouest), le Centre national de la recherche scientifique en collaboration avec le département Environnements et paléoenvironnements océaniques et continentaux de l'Université de Bordeaux, le Groupe de Recherche en Économie Théorique et Appliquée, le Centre national de la recherche scientifique, délégation régionale Midi-Pyrénées, le Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement et le Centre d'Étude et de Recherche Travail, Organisation, Pouvoir de l'Université de Toulouse. Finalement, l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) a pour sa part un rôle crucial, soit de coordonner le projet *Adapt'eau*. (IRSTEA, 2015)

En portant un regard sur l'horizon 2050, quatre scénarios décrivant l'évolution du territoire de l'axe Garonne-Gironde ont découlé de ces efforts afin de produire des options d'adaptation aux changements climatiques, mais aussi des modes de gouvernance et de gestion de la ressource en eau ainsi que sur le fonctionnement

des écosystèmes et des spécificités sociales. (IRSTEA, 2015) Ces différentes thématiques varient considérablement en fonction des scénarios et plusieurs enjeux sont soulevés (voir Tableau 4.2).

Tableau 4.2 Enjeux selon les scénarios du projet Adapt'eau (inspiré de : IRSTEA, 2015)

Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Prise en compte des populations dans les zones rurales	Considération des conflits d'espace et d'usage de la ressource	Inégalités et solidarités territoriales	Soutien aux activités locales
Mise en place d'une politique en lien avec le climat	Le futur de l'estuaire et la cohérence de l'amont et de l'aval	Considération du poids des métropoles	Intégration des composantes «eau-énergie-climat» dans les politiques publiques
	Imperméabilisation des sols	Diminution de la pollution	Préservation et maintien de la connectivité des zones humides
	Urbanisation	Urbanisation	

Le premier scénario, soit « une adaptation par ajustement » (IRSTEA, 2015), consiste en l'application de la politique actuelle, notamment par un étalement urbain ainsi qu'une agriculture intensive, et s'illustre par une dégradation du milieu ainsi qu'une baisse du débit de la Garonne. De plus, les changements climatiques ne font pas partie des enjeux soulevés. Ce scénario est en quelque sorte celui qui reflète la réalité actuelle et de nombreux conflits seront observables dans le futur. Le deuxième scénario, soit « une adaptation par le développement de l'offre en eau » (IRSTEA, 2015) est axé sur la disponibilité de l'eau et son milieu se démarque par son anthropisation et par la faible considération envers sa qualité écologique. Ce scénario mise aussi sur le domaine de l'agro-industriel ainsi que sur la forte présence des *lobbyings* et considère la ressource comme une part importante du développement de l'EFE. Pour ce qui est du troisième scénario, soit « une adaptation par l'économie verte » (IRSTEA, 2015), celui-ci favorise une adaptation aux changements climatiques de manière concertée et organisée et met l'accent sur les métropoles. L'aménagement du territoire vise un usage récréatif et touristique de la ressource et s'articule autour d'un milieu où sa qualité écologique est maintenue de manière anthropique. Le dernier scénario, soit « une adaptation par les pratiques alternatives » (IRSTEA, 2015), représente celui où le changement climatique global est un enjeu prioritaire par sa prise en considération et se démarque des autres scénarios par l'implantation d'un projet expérimental local et collectif d'adaptation. Des pratiques alternatives et proactives sont donc préconisées. Cela se reflète par un écosystème peu aménagé ainsi que par l'apparition de nouvelles dynamiques écologiques en bordure de la Garonne. Des changements de modes de vies et de

consommation sont à prévoir en raison d'une recherche de proximité. (IRSTEA, 2015) L'Annexe 9 illustre de manière schématique ces quatre scénarios qui ont été retenus pour ce projet.

En plus du regroupement de scientifiques énoncé précédemment, plusieurs acteurs locaux ont participé au projet. En effet, des agriculteurs, des élus, des associations ainsi que des résidents de la région de l'estuaire de la Gironde et de la Garonne ont été conviés à participer à plusieurs ateliers. Ceux-ci avaient pour but de favoriser la concertation par la présentation des quatre scénarios retenus ainsi que d'amorcer des discussions portant sur l'adaptation aux changements climatiques. Ces ateliers avaient aussi comme objectif d'identifier les enjeux ainsi que de débattre sur les différents scénarios impliquant des composantes distinctes. Enfin, ce type d'activité a contribué à favoriser le dialogue entre les différentes parties prenantes concernées par la gestion de la ressource en eau, ici l'estuaire et la Garonne : « [a]ux acteurs des territoires de s'approprier ces futurs et d'en discuter collectivement afin de construire une vision partagée du continuum Gironde-Garonne ». (IRSTEA, 2015) Ce projet mise également sur la participation volontaire des acteurs locaux (organismes et gestionnaires du territoire Garonne-Gironde ainsi que des professionnels concernés par la gestion du milieu) à un comité de suivi *Adapt'eau* dans l'optique d'assurer une relation entre la science et la société (ANR, 2011). L'Annexe 10 regroupe les différents membres du comité et son rôle est de :

« [...] contribuer à un partenariat avec les scientifiques du programme *Adapt'eau* tant pour assurer l'échange de données, le partage d'expériences et de méthodes, l'accès à des terrains d'investigation, que pour favoriser une contribution active à la démarche de co-construction et de mise à l'épreuve de scénarios d'adaptation aux changements globaux qui seront définis dans le projet *Adapt'eau* ». (Adapt'eau, s. d.b)

Pour conclure ce cas, un effort de synthèse a été fait. C'est ainsi qu'un rapport interne d'avancement de projet datant de 2013 a été publié et a permis de faire état des avancées ainsi que des résultats correspondant aux différentes approches de réalisation. Un colloque final a aussi eu lieu en octobre 2015 afin de présenter la démarche du projet, comme le contexte, les objectifs et la méthodologie scientifique et de planification territoriale du projet *Adapt'eau*. Ce colloque a aussi permis de présenter les quatre scénarios des futurs possibles pour la région Garonne-Gironde en plus de laisser place à un débat ainsi qu'à une synthèse et perspectives du projet. (Adapt'eau, s. d.c)

4.2.2 Initiative sur l'adaptation et le changement climatique - Mékong

Cette deuxième étude de cas prend place dans les quatre pays faisant partie du bassin inférieur du fleuve Mékong, soit le Cambodge, le Laos, la Thaïlande et le Viêt Nam. Ce fleuve est l'un des plus grands au monde avec ses 4 909 km qui parcourent six pays. L'un des éléments favorisant sa productivité est la variation saisonnière de ses niveaux d'eau ainsi que la présence de nombreuses zones humides et inondables. Ce sont plus de 60 millions de personnes vivant dans son bassin qui dépendent de la viabilité de sa biodiversité. (Petitjean, 2009) Cette viabilité est d'autant plus importante par rapport à la pêche fluviale qui est l'un des usages essentiels de la ressource en eau dans ce bassin. La forte concentration

démographique influe aussi sur la pression exercée sur l'eau par les prélèvements urbains, d'irrigation et industriels (Affeltranger, 2008). Ensuite, l'un des enjeux actuels qui menacent la région est la construction de grands barrages hydroélectriques. Par exemple, les travaux chinois pourraient grandement affecter les usagers en aval, par une dégradation de la qualité de l'eau ainsi qu'une menace du potentiel du fleuve envers la sécurité alimentaire des régions du bassin (Petitjean, 2009). Le transport fluvial est aussi un enjeu lié à l'utilisation de la ressource, et ce, par rapport au développement et à la croissance économique de la région, de sa disponibilité comparativement aux autres moyens de transport, des contraintes physiques (ex. tonnage) ou de barrières physiques ou institutionnelles à la circulation. Ces deux usages posent d'ailleurs certains conflits d'usage dans la région du bassin inférieur du Mékong. Enfin, des enjeux géopolitiques font également partie du portrait de ce fleuve étant donné son caractère transfrontalier (Affeltranger, 2008).

L'impact des changements climatiques est déjà observable sur le territoire de ce bassin. En effet, la variation des températures, l'augmentation des épisodes d'inondations, l'accroissement de conditions climatiques extrêmes, comme les pluies diluviennes lors de la période de la mousson, ou les fluctuations des débits du Mékong sont déjà perceptibles. Ceux-ci ont et auront des impacts notamment sur l'agriculture ainsi que sur la pêche et par le fait même, la sécurité alimentaire de cette région qui regroupe une importante concentration de population pauvre. En effet, les conditions et la qualité de vie de cette population dépendent fortement de cette ressource naturelle, qu'est le Mékong. De plus, la montée prévue du niveau des océans touche particulièrement cette région, ce qui provoquerait une augmentation de la salinité du sol et un plus grand risque d'inondations qui pourraient affecter la productivité du milieu et entraîner le déplacement des populations. Consciente des effets des changements climatiques sur le territoire du bassin du fleuve, la Commission du Bassin du Mékong (MRC) a lancé en 2009 l'/ACC, qui est encore active à ce jour. Ce projet est d'autant plus pertinent et prioritaire à la lumière de ces impacts. (Mekong River Commission (MRC), s. d.a) La MRC est un organisme intergouvernemental qui a été fondé à la suite d'un accord entre les quatre pays du bassin. Cela a été fait dans le but d'entreprendre une gestion conjointe de cette ressource commune, en plus de développer le potentiel économique du Mékong. L'/ACC a quant à elle été conçue dans l'optique de fournir une aide aux pays membres de la commission pour faire face aux changements climatiques en ayant recours aux connaissances, à des outils ainsi que des capacités nécessaires à sa réalisation. (Alliance mondiale contre le changement climatique (AMCC), 2012) L'objectif spécifique de l'initiative est de :

« [v]eiller à ce que la planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation au changement climatique soient guidées par des stratégies et plans améliorés, à divers niveaux et dans les zones prioritaires de l'ensemble du bassin inférieur du Mékong. » (AMCC, 2012)

Ce sont donc des actions locales imbriquées dans une pensée globale qui sont privilégiées. Concrètement, ce projet comprend l'élaboration de méthodes ainsi que des outils pour faciliter l'évaluation des risques, comme les impacts biologiques, physiques et socio-économiques et la vulnérabilité des populations face à ce contexte climatique en évolution. Il est aussi entrepris dans le but d'évaluer et prioriser les différentes

options d'adaptation à envisager. Un autre aspect important de cette démarche est d'amorcer l'implantation de projets d'adaptation à l'échelle locale, donc sous forme de projets pilotes, et d'en faire la démonstration aux échelles supérieures. Cette démonstration contribue à tirer des enseignements dans un esprit de gestion adaptative, et ce, pour ultimement améliorer les pratiques. Celles ayant eu des résultats satisfaisants peuvent aussi servir d'exemples à suivre pour les échelons supérieurs, telles des stratégies nationales. Des guides d'adaptation destinés à l'ensemble du bassin sont aussi des outils retenus dans l'optique d'une gestion intégrée de la ressource. Le développement d'outils de suivi et de performance est aussi un moyen privilégié afin de mesurer les progrès des différentes options d'adaptation. Cela aide notamment à planifier et mettre en œuvre des mesures d'adaptation sur le terrain. Ce projet mise aussi sur l'instauration de cadres de référence pour guider et favoriser la réalisation de projets concrets par les acteurs impliqués dans le milieu. L'établissement d'un plan de communication fait également partie intégrante du processus. De plus, afin de favoriser la coopération, des dispositifs d'apprentissage et d'échange ont été utilisés à l'aide d'accords de partenariats. Ces accords facilitent aussi les mécanismes de financement entre les parties prenantes. Concrètement, le budget total de l'IACC est d'environ 11,65 millions d'euros et elle est financée par de nombreux pays et organismes, dont notamment l'Alliance mondiale contre le changement climatique (AMCC) (4,95 millions d'euros), le Luxembourg (1,85 million d'euros), l'Australie (1,64 million d'euros) ou l'Allemagne (1,35 million d'euros). (AMCC, 2012) Enfin, c'est par un effort collaboratif entre les acteurs du milieu régional que l'IACC a développé des partenariats. Par exemple, au début de la mise en place du projet, la commission a entamé un processus consultatif basé sur le dialogue concernant les changements climatiques. Ce processus a donc permis d'unir plusieurs parties prenantes influentes, comme des agences gouvernementales, des institutions académiques, des ONG ou des partenaires travaillant dans le domaine du développement. L'un des événements marquants ayant fait l'objet d'un processus consultatif et de partage est sans doute le *Mekong Environment and Climate Symposium* (MRC, s. d.a).

Comme spécifié auparavant, cette initiative est basée sur l'implantation de quatre « projets locaux de démonstration » (AMCC, 2012), donc un par pays membres. Ceux-ci permettent ainsi d'obtenir une portée globale aux projets d'échelle locale afin de partager les résultats et les expériences d'adaptation avec les différentes instances politiques et de gestion dans le domaine de la planification locale et sectorielle de la ressource. De plus, les connaissances et les stratégies d'adaptation locales donnent lieu à l'identification de pratiques pouvant être par la suite appliquées à la région dans son ensemble (MRC, s. d.a). Le premier projet vietnamien s'est terminé en 2011 tandis que ceux prenant place dans les trois autres pays ont été accomplis durant l'année 2013. De plus, de 2011 à 2012, des ateliers réunissant les différents membres de tous les projets ont été organisés dans le but de favoriser le partage de connaissances et d'expériences (AMCC, 2012).

De ces ateliers, le constat suivant a pu être dégagé :

« [L]es premiers résultats indiquent que les projets de démonstration ont effectivement contribué à renforcer les capacités des pays membres en matière de planification et de mise en œuvre de l'adaptation, permis d'accroître la sensibilisation aux impacts du changement climatique et aux besoins d'adaptation, et contribué à l'identification d'options d'adaptation appropriées. » (AMCC, 2012)

De plus, l'un des apprentissages tirés des premiers projets est celui de conserver un équilibre stratégique entre les activités régionales et nationales, et ce, dans l'optique de répondre aussi bien aux besoins partagés que différenciés par les différents pays impliqués dans l'ACC. Un autre enseignement favorisant la réussite de l'initiative est l'établissement d'une mobilisation de partenariats techniques sur le terrain. Elle permet de créer une synergie entre les différentes activités ainsi que le partage des connaissances dans une optique de durabilité. (AMCC, 2012)

Ces quatre projets ont aussi été évalués en 2013 et d'autres projets, toujours dans ces quatre pays, ont été sélectionnés et sont en vigueur depuis 2014. Ceux-ci tiennent compte des enseignements appris lors des projets antérieurs ainsi que des recommandations soulevées a posteriori. À la suite d'une évaluation des besoins portant sur les capacités nécessaires aux projets s'étant terminée en 2013, un plan de mobilisation des parties prenantes et un plan de développement des capacités ont été mis sur papier durant la même année. Les acteurs de tous les projets utilisent donc le même *Cadre de mobilisation des parties prenantes*, car celui-ci est un document de référence autant sur le plan régional que national. Des formations sont également offertes aux acteurs dans le but de les soutenir dans la mise en œuvre des projets. Un autre aspect important de cette initiative est le fait que les acteurs ont à leur disposition une revue de méthodes d'adaptation au changement climatique global sous forme de document technique, et ce, depuis 2011. Les forums sur le changement climatique au Mékong sont aussi un moyen de communication efficace et essentiel qui est utilisé dans le cadre de ce projet. Des documents de vulgarisation éducative sur les changements climatiques ont aussi été conçus pour illustrer les messages clés. Ceux-ci sont notamment utilisés comme outil de campagne de sensibilisation à l'ensemble du bassin. Enfin, un document prioritaire, soit la *Stratégie et plan d'action d'adaptation du Mékong* découlera de ce projet d'envergure. (AMCC, 2012)

Pour conclure ce cas, un accent est fait sur un projet pilote en particulier, soit celui réalisé au Cambodge, plus spécifiquement dans quatre districts de la province de Prey Veng. Le Tableau 4.3 est une opportunité de saisir la portée du projet en faisant mention des différents objectifs et approches en plus de répertorier les six étapes méthodologiques qui permettent sa réalisation.

Tableau 4.3 Projet local cambodgien (inspiré et traduit de : MRC, 2014)

Objectif	Approche	Étape méthodologique
Évaluer les impacts du changement global sur les conditions socio-économiques	Collecter des données primaires et secondaires (publications, enquêtes terrain, etc.) sur la situation socio-économique et démographique, les ressources naturelles, la biodiversité, l'environnement et les changements climatiques de la région d'étude	1) Compiler les informations sur la région et examiner les méthodes et outils pertinents à l'analyse du climat et les options d'adaptation
Apporter un soutien aux autorités locales et aux parties prenantes dans la planification locale et la prise de décision	Analyser les impacts des changements climatiques sur le territoire en développant un indice de vulnérabilité	2) Entreprendre une évaluation de la vulnérabilité de la région à l'aide d'enquêtes auprès de la population locale
Fournir des outils et des méthodes pour la planification de l'adaptation aux changements climatiques	Modéliser le climat à l'échelle régionale basé sur deux scénarios	3) Réaliser un <i>Climate Change Impact Assessment</i> sur les précipitations et les températures selon les scénarios à l'aide d'un modèle de circulation et de modélisation régionale du climat
Évaluer la vulnérabilité du milieu pour développer un plan d'action d'adaptation basé sur l'intégration des connaissances locales et les expériences des communautés	Cartographier le climat de la région pour ensuite évaluer la vulnérabilité et les options d'adaptation	4) Rédiger un rapport sur l'évaluation de l'impact du changement global et des mesures d'adaptation selon les secteurs, comme l'agriculture
Renforcer les capacités et sensibiliser la population		5) Consolider les capacités gouvernementales, collectives et des différents intervenants par des visites de terrain pour la planification des options d'adaptation
Partager les enseignements et les expériences du projet de démonstration aux parties prenantes		6) Implanter un projet local stratégique comme lieu d'expérimentation: Ex. Village de Prey Kandeang - Reconstruction d'un réservoir pour stocker la ressource hydrique durant les saisons sèches

De ce projet, il est possible de dégager quelques réalisations d'importance qui ont découlé de celui-ci : identification des principales problématiques régionales et la compilation des méthodes et outils appropriés pour l'évaluation des adaptations aux changements climatiques; réalisation d'une enquête sur la population ainsi que l'évaluation de la vulnérabilité et de l'impact du changement climatique; application de l'approche de l'IACC dans la planification d'actions et l'intégration de l'adaptation dans les programmes provinciaux; organisation d'ateliers de formation et de consultation avec les parties prenantes; amélioration des capacités locales face aux changements climatiques grâce au projet pilote de démonstration. Enfin, trois grandes leçons ont pu être tirées du projet cambodgien et devraient être appliquées aux projets subséquents quant à la gestion intégrée de la ressource en eau. D'abord, il faut s'assurer d'une participation active de la communauté locale dans la conception ainsi que la mise en œuvre des options d'adaptation. Ensuite, un échange sur les expériences vécues et les apprentissages avec d'autres acteurs impliqués

dans la gestion de la ressource à l'échelle du bassin inférieur du Mékong permettent une gestion adaptative. Finalement, les outils et les méthodes développés ne seront efficaces que s'il y a une implication et un engagement local de la part des acteurs ainsi qu'un développement de capacités. (MRC, 2014)

4.2.3 Delta Programme - Pays-Bas

Lorsqu'il est question de gestion de la ressource hydrique, une attention est souvent portée sur le cas des Pays-Bas. En effet, ce pays doit composer avec la présence de l'eau sur son territoire, à savoir la mer, l'*IJsselmeer* ainsi que trois fleuves (le Rhin, la Meuse et l'Escaut). Cet écosystème aquatique est sans aucun doute l'un des aspects qui le caractérisent. (Delta Programme Commissioner, s. d.a) Les Néerlandais doivent vivre et s'adapter à ce contexte hydrique et ils ont toujours eu un rapport privilégié envers cette ressource. Il est aussi important de noter qu'un quart de la surface des Pays-Bas est située sous le niveau de la mer (NBTC Holland Marketing, s. d.). À ce jour, 70 % de l'activité économique et près de neuf millions de Néerlandais se trouvent dans une zone inondable (Stroobants, 24 septembre 2014). La ressource est destinée à plusieurs usages, dont le tourisme sportif lié aux activités aquatiques qui est bien développé ainsi que la navigation touristique entre les différentes villes du pays. L'eau a également été une source de prospérité aux Pays-Bas depuis le 17^e siècle et elle l'est encore, tant sur le plan de l'industrie des pêcheries que du transport maritime, où se trouve le second plus grand port du monde, soit celui de Rotterdam. De plus, ce pays possède aussi une grande expertise dans la gestion de l'eau (dragage, ingénierie hydraulique, installations de distribution d'eau potable, etc.). Les barrages de protection sont désormais considérés comme des sites touristiques renommés. C'est notamment le cas de la barrière anti-tempête qui fait partie des infrastructures de la nouvelle voie navigable de *Nieuwe Waterweg*. Celle-ci a même été désignée par certains comme étant la huitième merveille du monde. (NBTC Holland Marketing, s. d.)

Malgré cette grande maîtrise de l'eau, un événement marquant a contribué à la modification de leur système de gestion. En effet, le premier *Delta Programme* a vu le jour en 1953 à la suite d'un épisode climatique extrême qui a coûté la vie à près de 2 000 personnes, provoqué l'évacuation de 100 000 résidents en plus d'inonder 200 000 hectares du territoire des Pays-Bas. C'est à la suite de cet événement tragique que ce pays a fait de nombreux efforts pour devenir le *leader* mondial dans la lutte contre les inondations. (Stroobants, 24 septembre 2014) Dans un contexte de changement climatique, un regard sur son système de gestion de la ressource est d'autant plus pertinent. Actuellement, ce pays est réputé à travers le monde comme étant une expertise dans le domaine de la prévention des inondations ainsi que l'assèchement et la mise en valeur des terres. C'est notamment son système de défense contre les inondations qui se démarquent des autres systèmes, par l'implantation de digues, de canaux et de stations de pompage. De plus, le *Delta Programme* est maintenant reconnu mondialement comme étant une innovation par son mode de gouvernance de l'eau, et ce, par la mise en œuvre d'une politique conçue d'après une vision sur le long terme et adaptative. Les changements climatiques sont donc au cœur de ce programme et celui-ci mise sur

la proposition d'un schéma de mesures à mettre en place pour répondre aux différents besoins de protection contre les eaux, et ce, pour le prochain siècle (Netherlands Water Partnership, 2013).

De manière générale, ce programme met de l'avant une gestion adaptative du delta par rapport aux changements socio-économiques, climatiques et écosystémiques (sols, débits, régime pluviométrique, etc.). Cette approche de gestion est entreprise dans une recherche proactive de stratégies en lien avec cette évolution qui se caractérise par son degré d'incertitude. De plus, une approche intégrée est souhaitée pour la planification d'actions ainsi que pour la prise de décision concernant les investissements à déployer pour la réalisation de projets dans une vision sur le long terme. Les quatre éléments centraux de cette gestion adaptative sont de : lier les décisions prises à court terme à la planification des actions à long terme, faire en sorte que les stratégies soient flexibles et efficaces, trouver des solutions qui peuvent être utilisées selon les situations (différents scénarios d'adaptation) et jumeler les différents programmes d'investissement. (Delta Programme Commissioner, 2012)

La version la plus récente du *Delta Programme*, soit celle de 2015, a pour but de protéger le territoire contre une éventuelle montée des eaux en lien avec les effets du changement global. Son principal objectif, d'ici 2050, est de protéger 1 500 km de rivières et de s'assurer que tous les résidents du pays supportent un risque minimum lié à l'exposition d'une inondation. Il s'agit donc d'un vaste projet qui est entrepris dans une vision préventive. Celui-ci vise aussi plusieurs mandats, dont l'amélioration des réserves d'eau douce ainsi qu'un élargissement du Rhin et de la Meuse. Par contre, certains projets d'aménagement posent un enjeu d'acceptabilité sociale relativement aux travaux à entreprendre ainsi qu'à leurs conséquences environnementales, liés au dragage par exemple. Cela provoque donc une opposition de visions. D'une part, des organisations de défense de la nature prônent davantage l'étalement des zones naturelles pour protéger les citoyens contre la montée des eaux plutôt qu'une approche anthropique. D'autre part, les municipalités n'abordent pas le même discours, préférant l'implantation d'industries ou de logements résidentiels dans les zones à proximité des rives, même si celles-ci pourraient être inondées dans ce contexte évolutif marqué par des changements sur le plan climatique. (Stroobants, 24 septembre 2014)

Concrètement, ce nouveau *Delta Programme* comporte plusieurs cibles, nommées *Delta Decisions*, qui s'insèrent dans trois domaines spécifiques, soit la sécurité de l'eau, la disponibilité de l'eau douce et la planification spatiale de l'eau. Il est aussi fondé sur une « nouvelle approche » appliquée à la politique et la gestion de l'eau en offrant :

« [...] un ensemble de cadres cohérents, de normes et de choix structurants pour améliorer la gestion des risques d'inondation, de minimiser les pénuries d'eau et de faire des Pays-Bas un pays plus robuste et moins vulnérable aux conditions météorologiques extrêmes » (traduction libre de : Delta Programme Commissioner, 2014, p. 12)

Cette approche est donc basée sur une gestion des risques. Afin de bien saisir l'importance de ce projet relativement à son envergure et sur l'impact qu'il aura sur le territoire du pays, deux cartographies illustrant

la situation ont notamment été réalisées (voir Annexe 11). La première met de l'avant la valeur ajoutée de la nouvelle approche de gestion des risques d'inondations (risque individuel) à l'aide d'une comparaison entre la situation en 2020 après l'implantation du programme actuel (situation de référence) et la situation en 2050 après l'implantation de la nouvelle approche. Il est donc possible de voir la probabilité annuelle d'une mort individuelle à la suite d'une inondation selon les régions. La deuxième illustration évoque le rendement annuel de la nouvelle approche correspondant aux risques de dommages économiques (risque annuel des dommages par hectare, en euros) liés aux risques d'inondations avec le même type de comparaison que la première cartographie. Dans les deux cas, une réduction des risques (voir Annexe 11) est observable lors de l'intégration de la nouvelle approche; il peut s'agir de développer une gestion des risques d'inondation multi-niveaux combinant par exemple l'implantation et/ou le renforcement de digues de protection contre la montée des eaux et l'élaboration d'une stratégie d'évacuation préventive à l'aide de dispositifs sonores. Ce type d'illustration permet donc de visualiser aisément l'effet d'une nouvelle approche de gestion sur le territoire de manière simple et efficace. (Delta Programme Commissioner, 2014)

C'est par un effort commun et concerté que l'aménagement du territoire sera plus apte à être résilient face au climat. C'est pour cette raison que les gestionnaires de l'eau souhaitent donc collaborer à cette fin; pour s'assurer que l'environnement bâti sera plus résistant face aux aléas climatiques, et ce, d'ici 2050. Pour que cette mesure soit réalisable, des cadres nationaux doivent être créés pour pouvoir mettre en application la nouvelle approche du programme. C'est dans cette optique que depuis 2010, le *Delta Commissioner* a travaillé à la conception de ces cadres et ce travail s'est fait de manière concertée avec les autorités locales, certaines organisations de la société civile ainsi que plusieurs entreprises travaillant dans le domaine de la gestion de l'eau. (Delta Programme Commissioner, 2014) Ce travail de concertation a permis l'élaboration de cinq propositions *Delta Decisions* (Tableau 4.4).

Tableau 4.4 Propositions Delta Decisions (inspiré et traduit de : Delta Programme Commissioner, 2014)

<i>Delta Decision</i>	Domaine spécifique
Sécurité en eau	Assurer la protection des citoyens ainsi que les activités économiques contre les inondations
Approvisionnement en eau douce	Diminuer les risques de pénuries en eau et optimiser les usages de l'eau
Adaptation spatiale du territoire	Aménager des zones urbaines et un environnement bâti pour faire face aux aléas climatiques associés à l'eau
Delta du Rhin-Meuse et région de <i>IJsselmeer</i>	Choisir des structures favorisant la sécurité en eau et l'approvisionnement
Stratégie sur le sable	Utiliser les côtes comme sites de rechargement de sable

Globalement, ce sont plusieurs régions qui sont sélectionnées pour leur caractère prioritaire et visées par ce vaste projet : *IJsselmeergebied* (région de l'*IJsselmeer*), les rivières, l'estuaire *Rijnmond-Drechtsteden*,

Zuidwestelijke Delta (Delta du sud-ouest), la côte et les régions des Wadden et Hoge zandgronden (Delta Programme Commissioner, 2014). Afin de financer les mesures sur le terrain ainsi que les dispositions du projet pour assurer une protection contre les inondations et l'approvisionnement en eau potable, les Pays-Bas ont créé le *Delta Found* provenant entre autres des revenus du gaz naturel du pays (OCDE, 2014; Delta Programme Commissioner, 2014). Ce fonds servira notamment à la gestion, à l'entretien et à l'exploitation des différentes infrastructures hydrauliques mises en place ainsi que des projets innovants de recherche et développement. Par exemple, l'État versera à partir de 2020, un milliard d'euros pour la mise en application du programme (OCDE, 2014). Au total, ce sont plus de 20 milliards d'euros qui seront alloués au projet sur une période de 30 ans, et ce, dans le but de contrer la montée des eaux sur son territoire (Stroobants, 24 septembre 2014). L'Annexe 12 permet de visualiser le budget du *Delta Found 2015-2028* selon le type d'investissement ou le secteur d'activité.

Ce programme est rendu possible grâce à une concertation entre différentes parties prenantes provenant de plusieurs milieux, dont les paliers gouvernementaux provinciaux et communaux, les organisations sociales, les entreprises concernées par le domaine de la gestion de l'eau et le *Delta Commissioner* (Delta Programme Commissioner, 2014). Ce dernier est un commissaire gouvernemental responsable du projet et il a plusieurs mandats, dont celui de faire le suivi de l'état d'avancement du programme (Delta Programme Commissioner, s. d.a). Cette concertation favorise la création d'une synergie basée sur l'intégration des points de vue de chaque acteur visant l'émergence de stratégies pour les différentes régions à prioriser. Les stratégies régionales qui seront adoptées par le gouvernement se devront d'être par la suite traduites en politiques officielles pouvant s'étendre à l'ensemble du pays. Ce programme pourra également avoir une portée internationale par l'expertise que les Pays-Bas pourront offrir relativement à leurs savoirs sur l'eau et sa gestion dans un contexte de changements climatiques. De plus, c'est par un effort collaboratif entre le gouvernement néerlandais et d'autres organisations œuvrant dans le domaine hydrique que de nouvelles normes de protection contre les inondations seront élaborées. Cela permettra entre autres que la disponibilité de l'eau (destinée à la consommation humaine, aux industries, à l'agriculture et au maintien d'un équilibre écosystémique) soit plus prévisible, par exemple, à l'aide d'une réglementation et que l'aménagement du territoire soit plus résilient face aux changements climatiques et l'eau. Concernant l'aménagement, celui-ci devra être conforme à une « sécurité multi-niveaux » (Delta Programme Commissioner, 2014). Cette dernière repose sur trois niveaux; l'aspect préventif (protection à l'aide d'infrastructures hydrologiques), l'aspect d'aménagement du territoire spécifique (conception urbaine pouvant réduire les impacts) et la dimension de la préparation et la gestion des catastrophes naturelles. (Delta Programme Commissioner, 2014)

En 2012, le *Delta Model 1.0* a aussi vu le jour et celui-ci est un élément essentiel dans le processus, car il est au cœur de l'approche analytique de la gestion de l'eau qui découle du projet. Par exemple, les sous-programmes nationaux utilisent ce modèle pour la gestion du système régional de l'eau dans le but d'obtenir des résultats satisfaisants, cohérents et reproductibles. Ce modèle est basé sur des modèles existants

ayant déjà démontré leur fiabilité ainsi que leur flexibilité lors de leur mise en application sur le terrain. De plus, un comité d'examen international a fourni des recommandations lors de son élaboration afin de garantir sa qualité. Dans une approche d'amélioration continue, ce modèle a évolué et est maintenant connu sous sa version 3.0. Toujours en 2012, des *Delta Scenarios* ont été élaborés dans le but d'entreprendre une gestion intégrant l'incertitude. Ces scénarios plausibles ont été conçus d'après les scénarios climatiques du *Royal Netherlands Meteorological Institute*. Ceux-ci illustrent aussi l'impact du climat sur le développement socio-économique. Il est également possible de voir ses effets sur le développement urbain, l'agriculture et l'environnement. Des données qualitatives et quantitatives, sous forme d'indicateurs, peuvent être extraites des scénarios et permettent une gestion qui tient compte de l'évolution du climat selon plusieurs hypothèses. (Delta Programme Commissioner, 2014)

De plus, étant donné que ce programme est fondé sur le recours à une multitude de connaissances, plusieurs plateformes ont été créées dans l'optique de favoriser le partage, dont notamment le *Delta Proof and Knowledge for Climate programmes*. Ces plateformes ont aussi été conçues dans le but d'élaborer des stratégies efficaces et permettre d'accélérer le processus *Delta Decisions*. D'autres outils jouent un rôle crucial comme lieu de partage de l'information, tel le *Delta Web* qui est un site web gouvernemental permettant aux utilisateurs (membres du gouvernement, d'instituts du savoir, d'universités ou de programmes de recherche) de publier des documents. Celui-ci contribue à la création d'une *Delta Community* sur le web. Le *Delta Facts* est quant à lui un moyen de diffuser sous forme de fiches concises l'état des connaissances sur divers sujets. Cela a été conçu dans l'optique d'épauler les gestionnaires de la ressource dans leurs prises de décision en ayant accès à une vaste banque de connaissances disponible à un seul endroit et facilement assimilable. Plusieurs thématiques y sont abordées, comme la sécurité en eau ou l'approvisionnement en eau potable. C'est donc en lien avec le *Delta Proof programme* mis en place par la *Applied Water Management Research Foundation* ainsi que les conseils de gestion intégrée de l'eau que cette plateforme a été développée. Enfin, il y a le *Delta Viewer* qui permet de visualiser de manière numérique l'environnement de la gestion de la ressource des Pays-Bas, et ce, par rapport à la gestion du passé, du présent et du futur. C'est sous une forme interactive que les informations sont accessibles, par le biais de courts métrages, de cartes ou d'animations. En 2012, cette plateforme a même été acclamée comme étant le *Best Serious Game of the Government 2012*. (Delta Programme Commissioner, s. d.b)

Pour conclure cette étude de cas, d'autres programmes liés à l'eau ont aussi été mis en place au sein du pays, comme le programme *Vivre avec l'eau* qui vise à favoriser la coopération entre le système de gestion de la ressource, l'aménagement du territoire et les domaines scientifiques, économiques et sociétaux (OCDE, 2014). Une nouvelle campagne de sensibilisation destinée aux citoyens a également été lancée, à l'aide d'un nouveau site internet, *Ons water in Netherland*. Celui-ci permet une conscientisation envers la ressource, tant sur le plan de la disponibilité de l'eau potable que des habitudes de consommation à adopter. Il permet aussi de mieux saisir le rôle du système de gestion de l'eau lors d'un épisode climatique extrême (Delta Programme Commissioner, 2014).

4.2.4 Synthèse

Pour clore ce chapitre, le Tableau 4.5 permet de faire la synthèse des trois cas analysés dans le cadre de cet essai et d'apprécier les points forts de chacun de ceux-ci.

Tableau 4.5 Synthèse des études de cas

	Projet <i>Adapt'eau</i> - Garonne-Gironde, France	IACC - Bassin inférieur du fleuve Mékong	<i>Delta Programme</i> - Pays-Bas
Points forts	Partenariat multidisciplinaire regroupant des centres de recherche et des universités régionales	Mesures d'adaptation provenant d'une stratégie et d'un plan d'action d'adaptation ayant une répercussion sur différents niveaux (local, régional, national)	Grande expertise dans la gestion de l'eau ainsi que ses infrastructures en lien avec le contexte de changement global
	Élaboration d'une stratégie adaptative selon 3 approches (évaluer la vulnérabilité sociale, environnementale et géohistorique/ réalisation de projets locaux d'expérimentation/ construction de scénarios)	Création d'outils et méthodes pour évaluer les risques et les vulnérabilités	Politique innovante basée sur une vision sur le long terme (siècle) et adaptative
	Fournir un guide d'aide à la décision avec de nouveaux cadres de référence	Évaluation et hiérarchisation des options d'adaptation selon la réalité du milieu	Proposition d'un schéma de mesures adaptatives pour la protection contre les eaux
	Scénarios intégrant l'évolution du territoire selon 4 approches d'adaptation en combinant les modes de gouvernance, les écosystèmes et la société	Implantation de projets pilotes d'expérimentation dans les 4 pays selon les zones prioritaires	Planification d'actions flexibles et efficaces sur le long terme
	Choix collectif du scénario à privilégier	Miser sur une gestion adaptative par l'apprentissage	Investissement massif sur le long terme et création d'un <i>Delta Found</i> (public et privé)
	Création d'un comité de suivi afin d'établir une relation entre la science et la société	Développement d'outils de suivi et de performance pour mesurer les progrès	Schématisation efficace de l'effet de l'approche de gestion sur le territoire
	Conserver une transparence tout au long du processus	Accords de partenariat favorisant des mécanismes de financement	Conception de cadres nationaux à l'aide d'une concertation
		Processus consultatif et de soutien aux parties prenantes tout au long du processus	Élaboration de normes de protection, dont la «sécurité multi-niveaux»

Tableau 4.5 Synthèse des cas d'étude (suite)

	Projet <i>Adapt'eau</i> - Garonne-Gironde, France	IACC - Bassin inférieur du fleuve Mékong	<i>Delta Programme</i> - Pays-Bas
Points forts		Élaboration d'un <i>Cadre de mobilisation des parties prenantes</i>	Création d'un modèle de gestion de la ressource en y intégrant l'incertitude climatique et des scénarios illustrant l'impact du climat sur le développement socio-économique
		Évaluation de projets locaux permettant de tirer des leçons et bonnes pratiques pour les projets futurs	Plateformes de partage de connaissances (site web, fiches, portail interactif) dans le but de soutenir les gestionnaires dans la prise de décision

5 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Ce dernier chapitre permet de répondre à l'hypothèse de départ, à savoir dans quelle mesure la TCR peut intégrer la composante de l'adaptation aux changements climatiques dans le cadre de ses activités. Cette section sert également d'aide à la décision par la discussion de plusieurs outils favorisant la gestion intégrée de la ressource en tenant compte de l'évolution climatique qui touchera le territoire de la TCR. C'est ainsi que des apprentissages provenant du recensement d'efforts de gestion à travers le monde et des trois cas réalisés au chapitre précédent sont extraits et analysés. Enfin, plusieurs recommandations sont émises et suivent pour la plupart d'entre elles un ordre temporel dans leur exécution.

5.1 Apprentissages

Grâce au recensement d'efforts de gestion entrepris au chapitre précédent, il a été possible de voir que certaines pratiques d'intégration de l'adaptation aux changements climatiques dans la gestion de l'eau sont des exemples à suivre à travers le monde. De ces efforts, un constat peut être dégagé, soit que le développement de plusieurs outils techniques et de planification entrepris dans une approche complémentaire est essentiel au succès d'un tel projet. Cette combinaison concerne à la fois la collecte d'information sur les changements climatiques, l'évaluation de la vulnérabilité, tant sur le plan des impacts que des capacités opérationnelles, techniques, financières et organisationnelles, le développement et l'implantation de mesures d'adaptation et enfin, l'évaluation de l'efficacité de ces mesures permettant un ajustement et un apprentissage dans l'optique d'une amélioration continue (UNECE et RIOB, 2015). Parmi ces efforts, plusieurs pourraient être adaptés au contexte québécois ainsi qu'à celui de la TCR, mais demanderaient une collaboration des différents paliers gouvernementaux étant donné les champs de compétences et responsabilités de chacun. Par exemple, l'intégration des changements climatiques dans la planification territoriale de la gestion de l'eau requiert une concertation des trois paliers (municipal, régional et provincial). Il faut toutefois tenir compte d'une certaine inertie dans l'évolution des orientations gouvernementales ainsi que la lourdeur bureaucratique du mécanisme d'évaluation de la conformité ou la demande d'autorisation qui pourraient prolonger le processus d'adaptation aux changements climatiques (Vachon, 2014). Cela s'applique aussi par rapport à la volonté d'avoir un cadre légal flexible, ce qui est hors du champ de compétence de la TCR, mais cette dernière pourrait certainement soulever cette problématique aux paliers gouvernementaux supérieurs. En somme, les efforts recensés au quatrième chapitre peuvent être des pistes de solutions qui devraient être prises en compte dans la mise en œuvre d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques.

Par la réalisation des trois études de cas ainsi que de la synthèse des points forts de chacune au chapitre antérieur (voir Tableau 4.5), plusieurs apprentissages peuvent être dégagés dans l'optique d'améliorer les pratiques de gestion de l'eau en y intégrant des outils d'adaptation aux changements climatiques. Pour ce qui est du projet *Adapt'eau*, ce sont les quatre scénarios développés à la suite d'une approche interdisciplinaire qui se démarquent et qui méritent d'être mis de l'avant. En effet, l'intégration de plusieurs

modes de gouvernance ainsi que les enjeux sur la ressource et ses usages qui diffèrent d'un scénario à l'autre est une approche intéressante. Elle permet de visualiser l'impact des décisions sur la ressource et son territoire à proximité et par le fait même, d'obtenir une perspective multisectorielle. Toutefois, ces scénarios pourraient davantage faire état de la complexité climatique en y intégrant des simulations climatiques en lien avec les scénarios développés. Ensuite, un autre aspect important du projet est la contribution importante de la sphère scientifique par l'instauration d'une collaboration entre les centres de recherche ainsi que les universités régionales en y intégrant plusieurs domaines d'études. En effet, celle-ci permet au projet *Adapt'eau* d'être plus transversal par la multidisciplinarité de ses approches. Cela se répercutera certainement par des options d'adaptation innovantes qui seront teintées par ces différentes visions. Enfin, le comité de suivi contribuera également au succès de ce projet par sa vocation d'être « [...] un espace libre de paroles et de propositions volontaires » (*Adapt'eau*, s. d.b) qui pourra évoluer dans le temps selon les intérêts et les enjeux soulevés par ses membres.

Par contre, parce que ce projet est en cours de réalisation, il n'est pas possible à ce jour d'apprécier la valeur des résultats qui seront par la suite regroupés sous forme de guide d'aide à la décision. Il faut donc espérer que celui-ci se concrétisera par des actions sur le territoire. Enfin, un autre élément à retenir de ce travail de concertation est qu'il est primordial d'inscrire formellement les actions à entreprendre dans un processus. En effet, pour que les décisions prises lors des activités de concertation de la TCR HSLGM se résultent par une réalisation d'actions sur le terrain, il faut que cette volonté s'inscrive dans les mandats de celle-ci. Cela pourrait se faire par une obligation d'intervenir par rapport aux résultats et aux prises de décisions dégagés lors de son forum annuel ainsi que des rencontres de son Conseil stratégique et de ses Comités de concertation. Concrètement, il peut s'agir d'inclure ce propos dans une section concernant la gestion intégrée en lien avec les changements climatiques dans les règles de fonctionnement de la TCR.

L'*IACC* du bassin inférieur du Mékong se démarque quant à elle par l'un de ses thèmes centraux, soit la combinaison des savoirs locaux à ceux de la commission qui possède une grande expertise et offre un soutien technique et de planification aux communautés du bassin. Cette force se traduit par l'élaboration et la mise en œuvre de projets pilotes d'expérimentation dans les quatre pays concernés. L'un des éléments qui expriment la pertinence et l'efficience de ces projets est le fait que ceux-ci ont été développés dans l'optique de répondre aux besoins spécifiques par rapport aux impacts et vulnérabilités locales déterminées au préalable. Une autre force de cette initiative est que son système d'évaluation permet une gestion adaptative par l'apprentissage et vise la reproductibilité des projets les plus susceptibles de pouvoir faire face aux impacts similaires vécus par d'autres communautés (*MRC*, s. d.b). Comme vu précédemment, le succès de l'*IACC* s'explique aussi par le fait que chaque projet possède des objectifs précis devant être atteints à l'aide de plusieurs approches et d'une méthodologie très développée. Cette dernière est notamment composée d'une évaluation des vulnérabilités ainsi qu'un *Climate Change Impact Assessment*, et elle est personnalisée selon les différents secteurs et la réalité des milieux dans lesquels le projet s'implante. Le développement d'un plan de renforcement des capacités et d'engagement des parties

prenantes dans les premières phases du projet, donc de la conception des outils et de la mise en œuvre, a aussi permis de cibler les forces et les besoins de chaque acteur impliqué (MRC, 2014). Par contre, étant donné son envergure et son important financement basé sur des partenariats internationaux, il serait utopiste de penser que tous les outils développés lors de ce projet pourraient être appliqués dans le cadre de la TCR HSLGM. En effet, il faut dégager certains éléments clés et se concentrer sur des options ou outils atteignables par rapport aux capacités actuelles ainsi que par la dimension temporelle des actions à entreprendre.

Enfin, le *Delta Programme* des Pays-Bas retient l'attention par la grande expertise que ce pays a su développer depuis plusieurs décennies ainsi que par le développement et l'utilisation de plusieurs outils d'aide à la décision et de partage de données scientifiques. Ces différentes plateformes ont été décrites dans l'étude de cas présentée au chapitre précédent. Le développement du *Delta Model* fait aussi partie des forces de ce projet. Un autre élément primordial de ce vaste programme est son volet budgétaire et d'investissement. En effet, la création de son *Delta Found* permet d'avoir un apport en investissement de manière continue et planifiée selon une vision à long terme. De plus, ils ont su justifier l'importance du programme autant pour la société que pour l'économie nationale et régionale par une analyse coûts-bénéfices de la nouvelle approche adaptative qu'ils préconisent. Pour ce faire, ils ont entrepris une *Social cost-benefit analysis of 21st century flood risk management* et ont pu conclure que d'investir dans la gestion des risques d'inondation est économiquement plus rentable et plus avantageux pour les entreprises néerlandaises ainsi que l'économie nationale. De plus, certaines mesures ont été cofinancées entre le secteur privé et public par l'offre d'opportunités et la création d'une synergie sur le plan régional afin de satisfaire les ambitions gouvernementales ainsi que celles des investisseurs. (Delta Programme Commissioner, 2014) Finalement, sa vision à très long terme est aussi un élément important à soulever, mais dans un contexte actuel comme celui de la TCR, il est difficile de penser que le développement d'un tel programme serait envisageable sur une aussi longue période et avec cette capacité financière aussi importante.

Les recommandations suivantes pourront certainement s'inspirer de ces différents apprentissages provenant de ces efforts de gestion qui sont prédominants dans la réussite de l'intégration des changements climatiques dans un contexte de gestion de la ressource. Le recensement d'efforts soulevés au quatrième chapitre (Tableau 4.1) pourrait également être éventuellement analysé dans l'optique de trouver d'autres pistes de solution visant l'intégration des changements climatiques dans les pratiques de gestion de la TCR.

5.2 Recommandations

Cette dernière section est dédiée au développement de plusieurs recommandations dans le but d'intégrer les changements climatiques dans les pratiques de gestion de la TCR HSLGM. De ces recommandations, un travail devra être effectué par la TCR. En effet, celles-ci sont des pistes de solutions qui se devront d'être peaufinées selon l'évolution climatique régionale ainsi que les orientations décisionnelles qui seront prises dans le cadre des différentes activités de concertation, telles les réunions du Conseil stratégique ainsi que celles des Comités de concertation regroupant certains membres de la TCR. Celles-ci se veulent donc comme une entrée en matière vers une réflexion qui demandera la participation et la mobilisation des acteurs du milieu envers la problématique d'effectuer une gestion intégrée du fleuve Saint-Laurent dans un contexte de changements climatiques. Ultimement, les mesures d'adaptation préconisées par la TCR devront être :

« [...] à la fois économiques, écologiquement viables, culturellement compatibles et socialement acceptables. La hiérarchisation des mesures devrait se fonder sur les résultats des évaluations de la vulnérabilité, des estimations des coûts et des avantages, ainsi que sur les objectifs de développement, les impératifs des parties prenantes et les ressources disponibles » (UNECE, 2010, p. 5)

➤ **Recommandation 1 : Prioriser les actions en fonction du contexte de la TCR**

En premier lieu, il a été possible de percevoir tout au long de cet essai que le fleuve Saint-Laurent subit certaines pressions et que d'après le Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, son état de santé actuel est globalement qualifié d'« équilibre fragile » (Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014, p. 9) sur le plan de ses caractéristiques physicochimiques et bactériologiques, de ses ressources biologiques et de son degré de contamination. Une démonstration de plusieurs enjeux entourant la ressource en eau a permis de saisir la complexité dans laquelle la gestion de ce fleuve s'insère. Ces enjeux concernent notamment la qualité et la disponibilité quantitative de l'eau ainsi que le maintien et la conservation des milieux naturels. Une variété d'enjeux liés à la ressource a aussi été relevée par les intervenants interrogés dans le cadre de cet écrit. Il a également été possible de voir qu'il y aura une forte interaction entre ces enjeux et les changements climatiques prévus, ce qui viendra certainement perturber l'équilibre du fleuve dans le futur. Par ailleurs, comme décrit auparavant, le fleuve Saint-Laurent peut être considéré comme bien commun et son utilisation par différents usagers peut mener à sa dégradation en raison de l'apparition de problèmes d'action collective. Enfin, les usages multiples de la ressource, comme la navigation commerciale ou l'approvisionnement en eau potable, font aussi partie des éléments à considérer lors de l'établissement de mesures d'adaptation aux changements climatiques. Les constats soulevés au cours de cet essai ont donc tous été considérés dans la réflexion menant aux autres recommandations.

En second lieu, comme vu à la section *Parties prenantes* du deuxième chapitre, les acteurs ayant participé aux entrevues ont relevé plusieurs préoccupations et besoins quant au système de gestion de l'eau au Québec ainsi que dans leurs pratiques sectorielles par rapport au contexte de changements climatiques. En effet, il y a un besoin de saisir la portée climatique sur la ressource hydrique, son écosystème ainsi que sur sa gestion. Le Tableau 5.1 présente une liste non exhaustive des besoins d'ordre technique qui devraient faire partie des considérations afin de développer des outils adaptés au contexte de cette TCR. Cette liste a notamment contribué à l'élaboration de plusieurs recommandations qui suivent.

Tableau 5.1 Besoins techniques spécifiques au territoire de la TCR

Besoins techniques spécifiques
Outil d'aide à la décision sous forme de guide technique sur différentes thématiques, incluant un recensement d'outils et d'expertises nécessaires à la réalisation des mesures d'adaptation
Plan d'adaptation aux changements climatiques permettant une planification à long terme
Analyse des vulnérabilités régionales et sectorielles
Évaluation d'impacts des changements climatiques (écosystèmes aquatiques, infrastructures urbaines, usages du fleuve, secteurs économique et sociétal, etc.)
Modélisations et études scientifiques en lien avec le changement global
Adapter les schémas d'aménagement et intégrer des plans d'urgence en fonction des scénarios climatiques
Dresser un portrait des milieux naturels sensibles aux changements climatiques ainsi que leurs enjeux respectifs

De celle-ci, il est possible de percevoir que certains de ces besoins pourraient en partie ou intégralement être répondus par le recours à plusieurs outils développés dans le cadre des projets étudiés au chapitre précédent. Toutefois, afin de concevoir une stratégie efficace et qui aura une répercussion sur le milieu, un choix parmi plusieurs actions à entreprendre devrait être fait en tenant compte du contexte spécifique de la TCR et de ses capacités actuelles. De plus, certains de ces besoins ne sont pas nécessairement atteignables ou à la portée des prises de décision de la TCR, car ils sont plutôt de compétences régionales, dans le cas présent de la CMM, telle l'adaptation des schémas d'aménagement, ou de l'échelle gouvernementale supérieure (Vachon, 2014).

Par ailleurs, les acteurs interrogés ont aussi soulevé certaines lacunes (Tableau 5.2) qui doivent être prises en compte dans l'établissement des prochaines recommandations.

Tableau 5.2 Recensement de lacunes observées dans les secteurs concernés

	Besoins divers
Manque	De décloisonnement des départements municipaux, provinciaux et nationaux
	D'utilisation de boucles de rétroaction basées sur l'apprentissage
	De flexibilité dans le processus d'autorisation gouvernementale
	De financement et de ressources opérationnelles pour entreprendre des interventions sur le terrain
	D'implication des parties prenantes dans les processus décisionnels
	De mise à jour et de convergence de l'information
	De transparence et de partage de l'information
	De données et de suivis scientifiques spécifiques au territoire de la TCR
	D'intégration dans la planification et le développement de projets
	De capacités d'adaptation aux changements climatiques

➤ **Recommandation 2 : Créer d'un Comité de concertation permanent**

La TCR devrait envisager la création d'un Comité de concertation permanent ayant pour thématique les changements climatiques. Cette thématique est sans aucun doute un enjeu incontournable pour ce bien commun, qu'est le fleuve Saint-Laurent. Cette recommandation est d'autant plus atteignable et réaliste puisque la TCR est au début de son processus de mise en œuvre et qu'aucun Comité de concertation n'a été créé à ce jour. Ce comité permanent serait un endroit privilégié qui favoriserait une concertation entre plusieurs acteurs de l'eau ayant une connaissance envers la thématique attribuée à celui-ci et permettrait par la même occasion une recherche vers une utilisation durable de la ressource. Il aurait plusieurs mandats et ceux-ci devraient respecter l'un des deux critères suivants :

« [l']objet de concertation est transversal et dépasse le champ d'intervention des participants;
L'objet de concertation implique de multiples territoires d'intervention et implique la collaboration entre des membres » (TCR HSLGM, 2015, p. 7).

Ces différents mandats pourraient aussi évoluer dans le temps et seraient orientés d'après les intérêts et les motivations des membres provenant des différents secteurs qui composent la TCR (municipal, autochtone, économique, communautaire, gestion intégrée des ressources en eau et gouvernemental). La majorité des recommandations qui suivent pourraient d'abord être initiées par ce comité et être par la suite reçues, validées et entérinées au nom de la TCR HSLGM par le Conseil stratégique. De cette manière, leur mise en œuvre ainsi que leur exécution seraient en mesure d'être engagées sur le territoire concerné. Enfin,

ce comité pourrait jouer un rôle semblable au comité de suivi du projet *Adapt'eau* présenté dans l'étude de cas française, soit de :

« [c]ontribuer à un partenariat avec les scientifiques du programme *Adapt'eau* tant pour assurer l'échange de données, le partage d'expériences et de méthodes, l'accès à des terrains d'investigation, que pour favoriser une contribution active à la démarche de co-construction et de mise à l'épreuve de scénarios d'adaptation aux changements globaux qui seront définis dans le projet *Adapt'eau* » (*Adapt'eau*, s.d.b)

➤ **Recommandation 3 : Comblent les besoins d'information et de surveillance**

Afin d'harmoniser et bonifier les données scientifiques spécifiques au territoire de la TCR, les portraits globaux de l'état du fleuve Saint-Laurent réalisés dans le cadre du *Plan d'action du Saint-Laurent 2011-2026* devraient tenir compte du contexte évolutif du climat dans les indicateurs environnementaux évalués. Il pourrait d'abord s'agir de recueillir des données météorologiques (précipitations, température, évapotranspiration, etc.), hydrologiques (niveaux d'eau, débits, etc.) et morphologiques (érosion, utilisation des terres, zone de glaciation, etc.) (UNECE, 2010). Ces données pourraient ensuite être jumelées aux données recueillies actuellement sur la qualité de l'eau du fleuve, notamment sur le plan des paramètres physicochimiques et bactériologiques ainsi que des ressources biologiques. De ces données, il serait possible de constater certains milieux naturels plus sensibles aux changements climatiques. Pour y parvenir, il serait primordial de développer un programme de surveillance plus complet par l'ajout de composantes spécifiques au territoire de la TCR HSLGM. Toutefois, cela demanderait la participation des paliers gouvernementaux provinciaux et fédéraux étant donné que le *Plan d'action du Saint-Laurent 2011-2026* est sous leurs responsabilités. De plus, ce programme de surveillance devrait être en lien avec les enjeux actuels, dont les usages multiples de la ressource, qui sont accentués par une évolution climatique qui perturbe la qualité et la quantité d'eau dans le fleuve. Tel qu'évoqué auparavant, certains usages de la ressource, dont la navigation commerciale et l'approvisionnement en eau potable, seront perturbés par ces variations. C'est donc pourquoi il serait important d'impliquer ces secteurs dans l'élaboration et la mise en œuvre de ce programme de surveillance.

Enfin, tout comme le projet *Adapt'eau*, un partenariat entre certains professionnels du domaine scientifique et de la gestion de la ressource serait essentiel. La région métropolitaine de Montréal a sur son territoire un important bassin d'experts provenant du secteur universitaire et professionnel, dont notamment le Consortium Ouranos qui rassemble des centaines de scientifiques et professionnels spécialisés en climatologie régionale et en adaptation aux changements climatiques. Une multidisciplinarité dans le choix des partenaires serait à privilégier et leur implication dans l'élaboration et la mise en application des différentes options d'adaptation choisies par la TCR serait bénéfique et même indispensable à leur réussite.

➤ **Recommandation 4 : Concevoir des scénarios et évaluer les impacts et vulnérabilités**

D'abord, différents modèles climatiques et hydrologiques régionaux pourraient être conçus afin de produire des données servant de soutien aux gestionnaires de l'eau dans leurs prises de décision. Encore une fois, une collaboration entre les professionnels provenant du domaine scientifique et de la gestion de l'eau est primordiale dans cette démarche. De plus, en s'inspirant du projet *Adapt'eau* et du *Delta Model* développé dans le cadre du *Delta Programme*, des scénarios intégrant à la fois des composantes démographiques, socio-économiques, écosystémiques ainsi que différentes modes de gouvernance et usages de la ressource pourraient être développés. Il serait donc possible de percevoir la dynamique territoriale fluviale par la combinaison de plusieurs paramètres qui varieraient d'un scénario à l'autre. Cet outil permettrait aux gestionnaires de l'eau d'évaluer les impacts sur le milieu ainsi que sur la gestion de l'eau sur un territoire donné en fonction des scénarios et des actions stratégiques sélectionnées. Ces scénarios pourraient aussi être jumelés à une modélisation climatique. L'Annexe 13 permet de visualiser à quoi pourrait ressembler la juxtaposition d'une modélisation régionale (Modèles climatiques régionaux (RCM)) à celle de modèles climatiques de circulation générale. Le Consortium Ouranos a déjà l'expertise pour entreprendre ce type de travail. Il faudrait donc mobiliser leurs efforts vers une modélisation axée sur le territoire de la TCR. Les RCM permettraient une lecture plus fine de la dynamique climatique et territoriale du fleuve, ce qui favoriserait l'élaboration de projections de la ressource en lien avec les différentes options d'adaptation préconisées à l'échelle régionale de la TCR (UNECE, 2010). De plus, ces modèles :

« [...] calculent les réponses hydrologiques aux changements des variables climatiques clefs sur la base de caractéristiques locales telles que les caractéristiques des sols, le type et la densité de la couverture végétale, et les caractéristiques de l'utilisation des terres ». (UNECE, 2010, p. 59)

Ils permettraient de percevoir les vulnérabilités régionales de la ressource en fournissant des données sur la disponibilité de l'eau et les pressions exercées sur l'eau ou en produisant des projections sur les conditions hydrologiques futures (UNECE, 2010). La TCR pourrait ainsi distinguer les endroits prioritaires où des mesures d'adaptation s'imposent. Cette démarche de scénarios devrait être entreprise d'après les conditions du milieu local et la consultation des différents acteurs concernés serait primordiale. Les conflits d'usage ainsi que les intérêts des usagers de la ressource devraient aussi être pris en compte dans l'élaboration de ceux-ci.

Ensuite, une évaluation des vulnérabilités régionales pourrait être entreprise. Les vulnérabilités se rapportent à la fois aux aspects physiques (exposition de l'environnement à la dégradation), géographiques (position géographique sur le parcours du fleuve), sociaux (moyens de protection) et économiques (réserves et capacités). Ces dernières seront aussi soumises aux incertitudes des changements prévus concernant le système hydrologique du fleuve. Il serait donc important de saisir leur interaction afin de pouvoir développer des stratégies adéquates qui seraient en mesure de s'adapter à ces incertitudes climatiques. Il faudrait aussi évaluer l'aptitude actuelle et future des gestionnaires du fleuve d'être à même

de faire face à la variabilité hydrologique afin de saisir les vulnérabilités à laquelle ils sont et seront confrontés. De ce constat, des mesures devraient être entreprises afin d'augmenter la résilience du fleuve face à la variabilité climatique et hydrologique. (UNECE, 2010) Tout comme la MRC du bassin inférieur du Mékong, le recours à plusieurs outils pour évaluer les vulnérabilités sur le territoire de la TCR pourrait être fait. Un exemple de plan de surveillance intégrant une portion d'évaluation des risques et vulnérabilités est présenté à la prochaine section.

Finalement, un autre aspect soulevé par les intervenants interrogés ainsi que par la communauté scientifique en général, mais que brièvement évoqué et traité dans le cadre de cet essai, est l'effet des changements climatiques sur les infrastructures urbaines et de gestion de l'eau, notamment celles d'assainissement des eaux usées. Plusieurs actions pourraient être entreprises dans cette optique, comme d'effectuer un contrôle ainsi qu'une révision des matériaux et ouvrages urbains en tenant compte des impacts découlant des scénarios climatiques. Cette évaluation des vulnérabilités permettrait ainsi de saisir la portée et l'urgence d'agir par rapport à la dégradation des infrastructures. Cette dégradation pourrait entre autres perturber la gestion de l'eau ainsi que la qualité de l'eau du fleuve en raison de rejets hydriques non traités. (Ouranos, 2010)

➤ **Recommandation 5 : Élaborer et mettre en place une stratégie d'adaptation aux changements climatiques**

Une stratégie d'adaptation aux changements climatiques devrait être élaborée par le Comité de concertation « changements climatiques » nouvellement créé par le Conseil stratégique de la TCR. Celle-ci devrait toutefois s'inscrire dans la stratégie développée dans le PGIR qui sera réalisé dans le cadre des activités de la TCR. Cela permettrait d'optimiser les capacités financières, techniques et opérationnelles en évitant de dupliquer certaines étapes de recherches préliminaires nécessaires à l'élaboration d'une telle stratégie. Ayant des ressources limitées, l'intégration de la dimension d'adaptation aux changements climatiques à même certaines mesures élaborées dans le cadre du PGIR se résulterait par l'amélioration de l'efficacité et de la rentabilité par rapport à leurs exécutions sur le terrain. Cela s'explique par la transversalité de l'enjeu de l'adaptation à la variabilité climatique qui nécessite des actions dans plusieurs secteurs. Cette stratégie d'adaptation pourrait ainsi contribuer à l'atteinte de la finalité des travaux de la TCR, soit : « [...] l'atteinte de résultats concrets se traduisant par une meilleure utilisation et protection des ressources en eau sur son territoire » (TCR HSLGM, 2015, p. 4). Par la suite, cette stratégie intégrant l'aspect climatique pourrait aussi servir de référence pour l'élaboration des plans de gestion intégrée des autres TCR du fleuve Saint-Laurent. Ces tables pourraient donc s'en inspirer et l'adapter en tenant compte de leurs enjeux prioritaires respectifs, de leurs préoccupations régionales et de l'effet du changement climatique global qui pourrait varier d'une région à l'autre.

La Figure 5.1 présente sous forme schématique les cinq étapes d'un plan ou stratégie d'adaptation et certaines doivent être itératives. L'Annexe 14 illustre quant à elle un portrait global du processus intégrant plusieurs composantes nécessaires à sa réalisation.

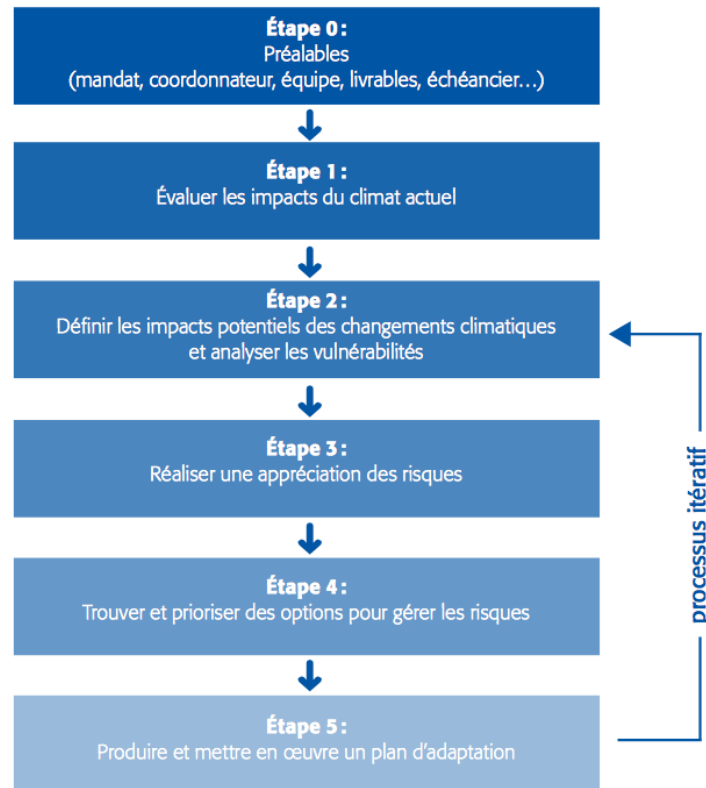


Figure 5.1 Étapes d'élaboration d'un plan d'adaptation (tiré de : Ouranos, 2010, p. 30)

Le recensement de bonnes pratiques de gestion à travers le monde présenté au chapitre précédent pourrait certainement être consulté comme outil d'aide à la décision quant aux pratiques à adopter dans le cadre d'une stratégie adaptative. Concrètement, les différentes options au cœur de cette stratégie devraient être sélectionnées, planifiées, réalisées et réévaluées dans une vision de durabilité de la ressource. Cette stratégie nécessiterait l'élaboration de mesures destinées à la fois à la population (notamment par la sensibilisation envers la consommation responsable de l'eau potable), aux écosystèmes (par des plans de protection des berges) ainsi qu'au développement économique (par l'évaluation des impacts et vulnérabilités des différents secteurs d'activités où la place de l'eau est prédominante) (Ouranos, 2010). Ces différents impacts ont notamment fait partie de ce présent écrit et ont permis de percevoir qu'il sera nécessaire d'agir afin d'atténuer les effets du changement climatique global et de s'y adapter. Des mesures sectorielles et spécifiques aux différents usagers de la ressource seraient donc indispensables et pourraient être discutées dans le cadre des activités du Comité de concertation « changements climatiques ». Ce type de discussions a notamment été entrepris dans le cadre des projets d'expérimentation de l'IACC du bassin inférieur du Mékong.

Ensuite, pour que la stratégie d'adaptation soit efficace et qu'elle ait de réelles répercussions sur les pratiques de gestion, les écosystèmes et la société, elle devrait être appliquée à l'aide de mesures ayant plusieurs échelles temporelles. En effet, c'est la multiplicité d'actions à court, moyen et long terme qui permettra de pallier l'évolution climatique. Par exemple, il pourrait s'agir d'employer des actions à court terme dans le but de s'adapter aux conditions climatiques actuelles, et ce, par l'évaluation des risques actuels ainsi qu'à la diminution de la vulnérabilité. Comme relevé dans la section sur l'approvisionnement en eau, les restrictions de l'utilisation de l'eau potable en période de sécheresse correspondent à ce type de mesure. Il faudrait aussi implanter des mesures à moyen terme en tenant compte des projections climatiques futures (10-20 ans). Cela pourrait se faire notamment par la modification de la planification de la gestion hydrologique par l'élaboration d'un plan de gestion d'intervention ou d'un système d'alerte en lien avec les risques climatiques, telles les inondations. (UNECE, 2010) La Figure 5.2 présente les composantes essentielles qui composent ce type de système, soit la connaissance du risque, la surveillance et le service d'alerte, la diffusion et la communication et finalement, la capacité de réponse aux risques.

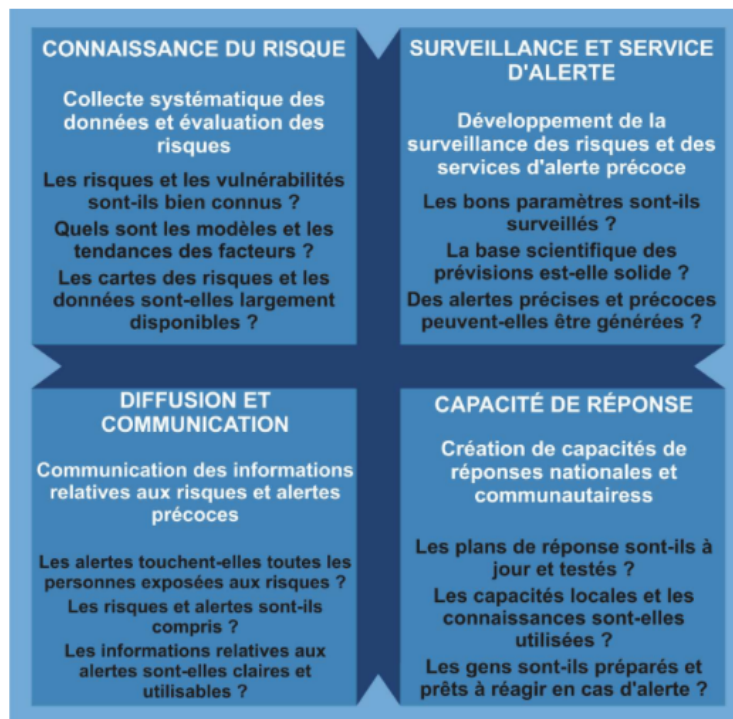


Figure 5.2 Composantes d'un système d'alerte (tiré de : Allemagne. Federal Foreign Office, 2006, p. 2)

Dans le cas de la TCR, le Comité de concertation pourrait avoir le mandat de développer ce plan d'intervention avec l'aide de partenaires. Plusieurs secteurs et usages de la ressource pourraient être ciblés, notamment celui de la navigation sur le fleuve ainsi que l'approvisionnement en eau potable. Le niveau de risque auxquelles ces activités font face pourrait être calculé selon différents scénarios climatiques, et ce, en multipliant la probabilité de l'occurrence d'un événement extrême par l'ampleur des conséquences qui se répercuteront sur les activités ainsi que les éléments du milieu qui seront plus

vulnérables (Ouranos, 2010). Cet outil permettrait de classer les risques comme faibles, moyens, élevés ou extrêmes selon une grille qualitative à double entrée (Probabilité d'occurrence : presque certaine, probable, possible, peu probable et rare / Conséquences sur un usage donné : non significative, mineure, modérée, majeure et très dommageable) (Australia. Australian Greenhouse Office, 2006). Les outils portant sur l'évaluation des risques ainsi que des vulnérabilités utilisés dans le cadre du projet du fleuve Mékong pourraient certainement être davantage étudiés afin de voir de quelle manière il serait possible de les appliquer au contexte du fleuve Saint-Laurent.

Enfin, des actions sur le long terme devraient être entreprises. Celles-ci impliqueraient non seulement des modifications dans le secteur de la gestion de l'eau, mais aussi dans les secteurs socio-économiques et politiques. Par exemple, ce type de mesure pourrait se résulter par des changements d'orientations gouvernementales dans le but de tenir compte de l'aspect climatique dans l'aménagement du territoire en bordure des cours d'eau. (UNECE, 2010) Concrètement, il s'agirait par exemple d'adopter un règlement d'urbanisme en y intégrant certaines restrictions de développement résidentiel ou industriel dans les zones inondables ou à risque en tenant compte du contexte des changements climatiques (Vachon, 2014). Ce type de mesure est similaire à ce qui est fait dans le cadre du *Delta Programme* des Pays-Bas présenté au chapitre antérieur.

➤ **Recommandation 6 : Planter et évaluer des projets d'expérimentation**

Dans le cadre de la stratégie d'adaptation, il serait intéressant de développer une approche par projet déterminée et mise en œuvre à la suite d'un consensus des différentes parties prenantes concernées. De nombreuses initiatives intègrent ce type de pratique et les projets pilotes dans le bassin inférieur du Mékong sont de bons exemples à suivre. Concrètement, des projets locaux à l'intérieur du territoire de la TCR pourraient être initiés. Cela permettrait une certaine visibilité et serait un lieu d'expérimentation visant l'apprentissage pouvant être ensuite appliqué sur l'ensemble du territoire du fleuve Saint-Laurent. Les zones prioritaires, déterminées à l'aide des modèles climatiques et les analyses de vulnérabilités, seraient d'abord être ciblées pour l'implantation. Des projets pourraient également viser certains usages de la ressource, comme la navigation commerciale et l'approvisionnement en eau potable. Pour la concrétisation de ces projets, il requerrait nécessairement une collaboration avec les secteurs économiques et municipaux.

À la suite de ces projets, une évaluation de ceux-ci devrait être réalisée. La TCR pourrait dans un premier temps s'inspirer des nombreux outils de suivi et de performance développés dans le cadre des projets d'expérimentation ayant lieu dans le bassin inférieur du Mékong. Dans un deuxième temps, l'élaboration d'une grille d'évaluation qualitative de projets d'adaptation serait essentielle. En effet, cela permettrait d'avoir recours à une gestion adaptative en plus de développer une capacité de reproductibilité de projets. Cette grille pourrait être basée sur un cadre conceptuel contenant cinq piliers clés intégrant à la fois certains

éléments du concept de la GIRE ainsi que ceux de la gestion adaptative relevés au cours de ce présent écrit. Le Tableau 5.3 présente une liste non exhaustive de plusieurs éléments à inclure.

Tableau 5.3 Éléments à évaluer dans un projet (inspiré de : Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM), 2005)

Pilier	Composante
Processus d'apprentissage	Information et participation
	Soutien par l'éducation
	Formation technique et de gestion
Développement et dissémination des savoirs	Recherche interdisciplinaire et de surveillance
	Production et partage de l'information
	Outil et technologie pour la collecte, le traitement et l'utilisation de données
Adaptation aux cadres (politique, juridique et institutionnel)	Dispositif juridique
	Cadre institutionnel
	Instrument économique
Amélioration des infrastructures et des services de gestion	Partenariat
	Secteur public et privé
	Programme d'investissement
Emboîtement des échelles	Mécanisme de financement
	Juridique, institutionnel, politique
	Bassin versant, ZIP et TCR

Des indicateurs de processus, donc de mise en œuvre, seraient à intégrer dans l'évaluation. De plus, plusieurs indicateurs de résultats existent et pourraient être utilisés pour mesurer les progrès accomplis dans la poursuite de l'atteinte des objectifs fixés en début de projet. Cet ajout permettrait de déterminer le degré de succès des options faisant partie de la stratégie d'adaptation. Cela concerne d'abord des indicateurs portant sur la couverture des mesures, donc à quel niveau les parties prenantes et les écosystèmes vulnérables seraient atteints par celles-ci. Il y a également des indicateurs de type impact, qui permettraient d'apprécier le degré d'atténuation des vulnérabilités ainsi que du renforcement des capacités d'adaptation. Ensuite, des indicateurs de durabilité et de reproductibilité permettraient de voir si le projet persiste dans le temps. Par exemple, il s'agirait d'évaluer la mobilisation des parties prenantes à poursuivre le projet ainsi que le transfert des résultats et des apprentissages pouvant s'appliquer dans un contexte de gestion similaire. Finalement, cette grille pourrait contenir des indicateurs portant sur l'efficacité et

l'efficacité pour connaître le degré d'atteinte des objectifs. Ce type d'indicateurs permettrait aussi de percevoir les coûts et les bénéfices, la durée et les résultats économiques et financiers liés au projet. Chaque projet soumis à cette grille obtiendrait un résultat basé sur une notation du type ternaire simple (faible, moyen, fort / objectif atteint ou pas atteint / absent, marginal, présent, prédominant). (UNECE, 2010)

➤ **Recommandation 7 : Financer et mettre en place des incitatifs économiques**

D'une part, une analyse coûts-bénéfices offrirait l'opportunité d'illustrer la valeur ajoutée d'un programme d'adaptation aux changements climatiques sur le territoire de la TCR autant pour la société, l'économie que pour les écosystèmes du fleuve. Celle-ci permettrait de visualiser qu'il est plus rentable d'investir dans un système de gestion proactif par des actions d'adaptation que de demeurer dans une optique de *statu quo* par rapport à la situation actuelle, et ce, pour l'économie régionale et provinciale ainsi que les entreprises dont les activités sont liées au fleuve. Cette analyse pourrait contribuer à convaincre les différents acteurs provenant des secteurs publics et privés d'investir dans le domaine de l'adaptation. À l'exemple du programme des Pays-Bas avec son *Delta Fund*, des partenariats pourraient également être créés avec certaines entreprises pour lesquelles leurs activités sont dépendantes ou liées à l'usage du fleuve et qui seront touchées par la variabilité climatique. Cela serait fait dans l'optique d'un financement conjoint de mesures d'adaptation. Une planification budgétaire à court, moyen et long terme concernant les actions stratégiques à mettre en œuvre devrait aussi être réalisée avec la collaboration du gouvernement provincial.

D'autre part, il existe plusieurs incitatifs économiques, sous forme de subventions, taxes ou mécanismes d'échange, pouvant s'appliquer dans le but de favoriser l'adaptation aux changements climatiques. Le Groupe AGÉCO, en collaboration avec plusieurs partenaires, dont le Groupe de travail sur l'économie de la Plateforme d'adaptation et le Consortium Ouranos, a notamment analysé plusieurs de ces incitatifs. Ils se sont intéressés à ceux qui sont actuellement en vigueur au Canada, aux États-Unis et en France. Ceux-ci s'intègrent ou pourraient s'intégrer à des plans d'adaptation et visent certains secteurs, dont la gestion des milieux humides et plaines inondables et la gestion des eaux pluviales en milieu urbain. (Groupe AGÉCO, 2014) La TCR pourrait inciter le gouvernement provincial à mettre en place ce type d'incitatifs afin de contribuer au financement de certaines actions sur le terrain et d'accroître la mobilisation des acteurs impliqués sur le territoire québécois et plus spécifiquement sur le territoire de la TCR. Ultiment, ces incitatifs pourraient ensuite être mis en place dans les secteurs municipaux et économiques faisant partie de la région de la TCR.

➤ **Recommandation 8 : Favoriser la communication, la participation et le partage**

Dans tout processus, la communication, la participation, le partage et la transparence de l'information sont indispensables à sa réalisation (Ouranos, 2010). Le recours à plusieurs modes de participation publique serait à favoriser tout au long du processus présenté ci-dessus. Des séances d'information sous forme de

rencontres publiques pourraient être organisées à l'intention de la population riveraine concernant la problématique des changements climatiques en contexte fluvial et urbain. Ces séances pourraient faire place par la suite à une période de consultation, à l'aide de sondages ou d'enquêtes. Cette période servirait par exemple à l'établissement des vulnérabilités et préoccupations de la population locale. Enfin, une part importante de cette démarche adaptative serait certainement la participation à l'aide d'un processus de concertation lors des différentes activités de la TCR. (Touzard, 2006) Ces éléments permettraient donc une validation des résultats des analyses qui auraient été entreprises pour évaluer les risques ainsi que les actions prioritaires à mettre en application sur le territoire de la TCR.

Afin de favoriser le partage et la diffusion des connaissances, plusieurs plateformes similaires à celles utilisées dans le cadre du *Delta Programme* pourraient être conçues et mises en place. Le site web de la TCR servirait de lieu de convergence où les utilisateurs seraient redirigés vers ces plateformes. Celles-ci cibleraient différents publics, dont les intervenants et les gestionnaires de l'eau, la population riveraine ainsi que les usagers de la ressource, et seraient adaptées selon ces groupes. Concrètement, une section contiendrait par exemple des études intégrant des données scientifiques brutes ainsi que des portraits des milieux naturels sensibles aux changements climatiques. Une autre section du portail pourrait quant à elle être un lieu visant la sensibilisation envers la problématique par une vulgarisation scientifique, la présentation des étapes de la stratégie d'adaptation, des capsules sur les réalisations des projets d'expérimentation, etc. Une schématisation de l'approche de gestion préconisée par la TCR ferait aussi partie de ce portail, comme cela a été vu dans le cadre du projet aux Pays-Bas. Des guides techniques et d'aide à la décision, contenant des outils et l'expertise nécessaires à la réalisation de mesures d'adaptation, seraient également publiés dans une section destinée aux acteurs concernés par la gestion du milieu fluvial ainsi qu'aux usagers de la ressource. Enfin, c'est par la consultation, le partage de l'information et l'implication dans les prises de décisions qu'une mobilisation vers une gestion durable de la ressource se développera.

CONCLUSION

Les différentes notions soulevées au cours de cet écrit ont permis l'atteinte de l'objectif principal, soit l'identification de mesures d'adaptation destinées spécifiquement aux intervenants de la région Haut-Saint-Laurent et du Grand Montréal, et ce, par rapport à l'intégration des changements climatiques dans les pratiques de gestion au sein de la TCR, ainsi que des quatre objectifs spécifiques. En effet, il a d'abord été possible de contextualiser la place prépondérante du fleuve Saint-Laurent pour la société québécoise et celle de l'Amérique du Nord. La complexité de l'implantation d'une gestion intégrée et adaptative a pu être constatée en plus de considérer le contexte évolutif des changements climatiques dans laquelle cette gestion s'insère. Le bilan de l'état de santé du fleuve ainsi que la réalisation de plusieurs entrevues auprès d'intervenants concernés par le milieu de l'eau ont également contribué à mieux saisir les enjeux et préoccupations. Ceux-ci concernent à la fois la ressource en eau, le phénomène des changements climatiques et enfin, la gestion intégrée. La sélection des participants aux entrevues a permis d'obtenir un portrait de la réalité du milieu de la TCR HSLGM en ayant les visions partagées et/ou différenciées selon les secteurs. Cette étape a contribué à l'élaboration de recommandations répondant en partie ou intégralement aux différents besoins ainsi qu'aux lacunes soulevées au cours de celles-ci. La présentation de certains usages du fleuve, dans le cas présent la navigation commerciale et l'approvisionnement en eau, ainsi que l'illustration des effets du changement climatique global sur ceux-ci ont également donné lieu de percevoir la nécessité d'entreprendre des mesures adaptatives dans les différents secteurs concernés par la gestion de l'eau. La pertinence de l'objet de cet écrit a donc encore pu être justifiée par cette démonstration.

L'objectif de recenser plusieurs efforts de gestion à l'international et de réaliser trois études de cas choisies d'après leur pertinence envers la finalité de cet essai, soit l'intégration des changements climatiques dans les pratiques de gestion, a été atteint. Ce dernier objectif spécifique a permis d'entreprendre une réflexion sur différents outils et mesures facilitant l'adaptation des changements climatiques. Celle-ci a ultimement mené à l'établissement de recommandations destinées aux intervenants de la TCR HSLGM. Les options préconisées dans le cadre de cet essai permettent l'intégration de l'adaptation dans le système de gestion spécifique de la TCR. D'abord, un travail en amont du processus d'adaptation est souhaité, soit par la priorisation des actions en fonction du contexte, la création d'un Comité de concertation dédié à favoriser l'adaptation aux changements climatiques au sein de la TCR, le développement d'outils pour combler certains besoins d'information et de surveillance ainsi que la conception de scénarios et outils d'évaluation des impacts et vulnérabilités du territoire concerné. Une autre étape est l'élaboration et la mise en application d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques. Celle-ci est la pierre angulaire des recommandations préconisées et permettrait entre autres l'implantation de mesures concrètes à l'aide de projets d'expérimentation ainsi que l'évaluation de ceux-ci. Enfin, certaines recommandations par rapport au financement ainsi qu'à la communication, la participation et le partage seraient à mettre en place tout au long du processus adaptatif.

Enfin, les options d'adaptation recommandées dans le cadre de cet essai ont été développées dans l'optique d'être profitables, réalisables et atteignables. Elles devraient toutefois être discutées et sélectionnées lors des activités de concertation de la TCR HSLGM en tenant compte de certains aspects contraignants qui évolueront au cours des prochaines années, comme le temps de réalisation ainsi que la disponibilité des ressources opérationnelles, financières et techniques. De plus, il est fondamental de mobiliser les parties prenantes et la population riveraine afin que cette stratégie d'adaptation devienne un projet de société. Celui-ci vise un changement de paradigme par le passage de la théorie relativement à l'adaptation aux changements climatiques à la mise en œuvre d'une stratégie adaptative. Cela se fera notamment par des actions concrètes sur le terrain et des modifications des modes d'utilisation de la ressource. Il est important de mentionner que ces recommandations demandent la participation des différents intervenants impliqués dans le milieu et que sans leur participation, l'adaptation ne pourra pas être amorcée. Ils pourront ainsi agir en tant qu'agents de changement par leur contribution à la prise de décision tout au long du processus d'intégration des changements climatiques dans les pratiques de gestion de la TCR. L'utilisation de boucles de rétroaction permettra également un apprentissage constructif et une adaptation au contexte évolutif du fleuve Saint-Laurent.

RÉFÉRENCES

- Adapt'eau (s. d.a). Projet Adapt'eau. *In* Adapt'eau. *Accueil, Le projet*. <http://www.adapteau.fr/adapteau-1> (Page consultée le 19 octobre 2015).
- Adapt'eau (s. d.b). Comité de suivi. *In* Adapt'eau. *Accueil, Participants*. <http://www.adapteau.fr/partenaires/cs> (Page consultée le 19 octobre 2015).
- Adapt'eau (s. d.c). Adapt'eau. *In* Adapt'eau. *Accueil*. <http://www.adapteau.fr> (Page consultée le 19 octobre 2015).
- Affeltranger, B. (2008). *Le contrôle de la vérité : (géo)politique de l'information hydrologique le cas du bassin du Mékong, Asie du Sud-Est*. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec, Québec, 319 p.
- Agence nationale de la recherche (ANR) (2011). Adapt'eau, Adaptation aux variations des régimes hydrologiques (crues-étiages) dans l'Environnement Fluvio-Estuarien de la Garonne-Gironde. Potentialités, mise à l'épreuve et gouvernance d'Options d'adaptation. *In* ANR. *Suivi bilan, Édition 2013 et antérieures, Environnement et Ressources Biologiques, SOC&ENV*. http://www.agence-nationale-recherche.fr/suivi-bilan/editions-2013-et-anterieures/environnement-et-ressources-biologiques/societes-et-changements-environnementaux/fiche-projet-cep-s/?tx_lwmsuivibilan_pi2%5BCODE%5D=ANR-11-CEPL-0008 (Page consultée le 13 octobre 2015).
- Allemagne. Federal Foreign Office (2006). Développement de systèmes d'alerte précoce : Une liste de contrôle. *In* The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UN/ISDR). *Early warning, Search*. http://www.unisdr.org/files/608_french.pdf (Page consultée le 13 novembre 2015).
- Alliance mondiale contre le changement climatique (AMCC) (2012). Relever les défis liés aux écosystèmes en appuyant l'Initiative de la Commission du bassin du Mékong sur l'adaptation et le changement climatique (IACC). *In* AMCC. *Appui technique et financier, Programmes régionaux*. <http://www.gcca.eu/fr/programmes-regionaux/amcc-bassin-inferieur-du-mekong> (Page consultée le 16 octobre 2015).
- Alliance verte (2014). Rapport de performance 2014. *In* Alliance Verte. *Accueil, Certification, Résultats*. <http://allianceverte.org/certification/resultats/> (Page consultée le 3 septembre 2015).
- Assemblée générale des Nations Unies (1990). Dans l'Addendum au rapport du Secrétaire général à la 45^e session de l'Assemblée générale des Nations Unies, *Progrès réalisés dans l'application de la résolution 44/207 relative à la protection du climat mondial pour les générations présentes et futures*, 8 novembre 1990, p. 9.
- Australia. Australian Greenhouse Office (2006). Climate change impacts and risk management : A guide for business and government. *In* Australian Government Department of the Environment. *Home, Topics, Climate change, Adapting to climate change, Publications and resources*. <https://www.environment.gov.au/climate-change/adaptation/publications/climate-change-impact-risk-management> (Page consultée le 3 novembre 2015).
- Baril, D. (15 septembre 2008). Le fleuve regorge de composés d'œstrogène. *In* Nouvelles @ UdeM. <http://nouvelles.umontreal.ca/archives/2007-2008/content/view/1715/1/index.html> (Page consultée le 2 septembre 2015).
- Beniston, M. (2015). Changements climatiques. Communication orale. *Cours Climat et changements climatiques*. 25 février 2015, Université de Genève, Suisse.
- Bergeron, U. (27 octobre 2014). Draguer le fleuve pour être compétitif. *In* La Presse.ca. *Affaires. Porfolio. Industrie maritime*. <http://affaires.lapresse.ca/portfolio/industrie-maritime/201410/27/01-4812947-draguer-le-fleuve-pour-etre-competitif.php> (Page consultée le 30 septembre 2015).
- Berkes F. (1996). Social systems, ecological systems, and property rights. *In* Hanna S., Folke, C. et Mäler K.-G. (Eds), *Rights to Nature. Ecological, Economic, Cultural, and Political Principles of Institutions for the Environment* (chap. 5, p. 87-110). Washington, D.C., Island Press.
- Biswas, A.K. (2004). Integrated Water Resources Management: A Reassessment: A Water Forum Contribution, *Water International*, vol. 29, n°2, p. 248-256.

- Br schweiler, S. (2003). Gestion intégrée des ressource en eau (GIRE) – La voie du du développement durable. In InfoResources. *Publications, Archive*. http://www.inforesources.ch/pdf/focus1_f.pdf (Page consultée le 15 novembre 2015).
- Canada. Environnement Canada (2010). La problématique environnementale liée à la navigation commerciale sur le Saint-Laurent. In Environnement Canada. *Accueil, Sources d'eau, Cours d'eau, Fleuve Saint-Laurent, Rives et usages*. <https://ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=A0ACE38E-1#dragage> (Page consultée le 12 août 2015).
- Canada. Environnement Canada (2011a). Érosion et sédimentation. In Environnement Canada. *Accueil, Pollution de l'eau, Érosion et sédimentation*. <https://ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=32121A74-1> (Page consultée le 2 septembre 2015).
- Canada. Environnement Canada (2011b). Les niveau d'eau et l'eau potable : Le lac Saint-Louis est-il à risques ? In Environnement Canada. *Accueil, Sources d'eau, Cours d'eau, Fleuve Saint-Laurent, Rives et usages, Les niveaux d'eau et l'eau potable*. <https://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=E2765ABF-1> (Page consultée le 15 septembre 2015).
- Canada. Environnement Canada (2013a). Qu'est-ce que l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs? In Environnement Canada. *Accueil, Sources d'eau, Lacs, Grands lacs, Restauration et protection des Grands Lacs, Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs*. <https://www.ec.gc.ca/grandslacs-greatlakes/default.asp?lang=Fr&n=45B79BF9-1> (Page consultée le 27 avril 2015).
- Canada. Environnement Canada (2013b). Le Saint-Laurent et le réchauffement climatique. In Environnement Canada. *Accueil, Sources d'eau, Cours d'eau, Fleuve Saint-Laurent, Eau et sédiment*. <https://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=4BF0EF0C-1> (Page consultée le 23 avril 2015).
- Canada. Environnement Canada (2013c). Les débits du Saint-Laurent et ses principaux affluents. In Environnement Canada. *Accueil, Sources d'eau, Cours d'eau, Fleuve Saint-Laurent, Hydrographie, Les débits du Saint-Laurent*. <https://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=B82B3625-1> (Page consultée le 23 avril 2015).
- Canada. Environnement Canada (2014). Eaux partagées : Canada-Etats-Unis. In Environnement Canada. *Accueil, Législation et gouvernance de l'eau, Au plan international*. <https://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=B947BAA8-1> (Page consultée le 20 juillet 2015).
- Canada. Environnement Canada (2015). Fleuve Saint-Laurent. In Environnement Canada. *Accueil, Sources d'eau. Cours d'eau. Fleuve Saint-Laurent*. <http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=F46CF5F8-1> (Page consultée le 20 juillet, 2015).
- Canada. Pêches et Océans Canada (2010). Niveaux d'eau exceptionnellement bas dans le Saint-Laurent. *Infocéans*, vol. 13, no°4, p. 1-4.
- Carrière, A., Barbeau, B., Cantin, J.F. (2007). Vulnerability of drinking water treatment plants to low water levels in the St.Lawrence river. *Journal of water Resources Planning and Management*, vol. 133, n°1, p. 33-38.
- Carpentier, A. (2003). La régularisation du Saint-Laurent. *Le Naturaliste canadien*, vol. 127, n°2, p. 102- 113.
- Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) (2013). Atlas hydroclimatique du Québec méridional : Impact des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050. In Centre d'expertise hydrique du Québec. *Hydrométrie, Atlas hydroclimatique*. https://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/atlas/Atlas_hydroclimatique_2013.pdf (Page consultée le 16 septembre 2015).

- Chevassus-au-Louis, B., Salles, J.M., Bielsa, S., Richard, D., Martin G., Pujol, J.L. (2009). Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. *In* La Documentation française. *Accueil, Rapports publics*. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/094000203.pdf> (Page consultée le 20 septembre 2015).
- Cliche, J.F. (28 mai 2015). Des navires de plus en plus gros sur le fleuve. *In* La Presse.ca. *Le Soleil. Actualités. Transports*. <http://www.lapresse.ca/le-soleil/actualites/transports/201505/27/01-4873149-des-navires-de-plus-en-plus-gros-sur-le-fleuve.php> (Page consultée le 4 novembre 2015).
- Coalition Québécoise pour une gestion responsable de l'eau Eau Secours! (2015). Communiqué : déversement d'hydrocarbures dans le Saint-Laurent : un avant-goût de ce qui attend un Québec pétrolier. *In* Eau Secours !. *Communiqué*. <http://eausecours.org/2015/01/communiquedeversement-dhydrocarbures-dans-le-saint-laurent-un-avant-gout-de-ce-qui-attend-un-quebec-petrolier/> (Page consultée le 16 septembre 2015).
- Code civil du Québec, RLRQ c C-1991, c. 64, art. 913.
- Code civil du Québec, RLRQ c C-1991, c. 64, art. 919.
- Code civil du Québec, RLRQ c C-1991, c. 64, art. 920.
- Commission des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CMED) (1987). Notre avenir à tous – Rapport Brundtland. *In* Office fédéral du développement territorial (ARE). *Accueil, Développement durable, Coopération internationale, ONU – les grandes étapes du développement durable*. <http://www.are.admin.ch/themen/nachhaltig/00266/00540/00542/index.html?lang=fr> (Page consultée le 25 août 2015).
- Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (UNECE) (2010). Lignes directrices sur l'eau et l'adaptation aux changements climatiques. *In* UNECE. *Environmental Policy, Water, Publications, Documents*. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/documents/Guidance_water_climate_f.pdf (Page consultée le 2 novembre 2015).
- Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (UNECE) (s. d.a.). Climate change and security in the Dniester River Basin. *In* UNECE. *Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes, Transboundary pilot projects on climate change adaptation, Dniester*. <https://www2.unece.org/ehlm/platform/display/ClimateChange/Dniester> (Page consultée le 31 octobre 2015).
- Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (UNECE) (s. d.b.). Pilot project on River Basin management and climate change adaptation in the Neman River Basin. *In* UNECE. *Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes, Transboundary pilot projects on climate change adaptation, Neman*. <https://www2.unece.org/ehlm/platform/display/ClimateChange/Neman> (Page consultée le 31 octobre, 2015).
- Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (UNECE) et Réseau International des Organismes de Bassin (RIOB) (2015). Water and climate change adaptation in transboundary basins : Lessons learned and good practices. *In* UNECE. *Environmental policy, Conventions and protocols, water, water convention*. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/WAT_Good_practices/ece.mp.wat.45_low_res.pdf (Page consultée le 17 octobre 2015).
- Commission mixte internationale (CMI) (2014). Plan 2014 : Régularisation du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Protection contre les niveaux extrêmes, restauration des milieux humides et préparation aux changements climatiques. *In* CMI. *Accueil, Publications*. <http://www.ijc.org/files/publications/Plan%202014%20FR.pdf> (Page consultée le 25 juillet 2015).
- Commission mixte internationale (CMI) (2015). Le rôle de la CMI. *In* Commission mixte internationale. *A propos de la CMI*. http://www.ijc.org/fr/_Role_of_the_Commission (Page consultée le 23 avril 2015).

- Commission Mixte Internationale (CMI) (s. d.). Navigation commerciale. *In Étude internationale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent. Groupes de travail techniques.*
<http://www.losl.org/twg/navigation-f.html#1> (Page consultée le 10 septembre 2015).
- Conseil des bassins versants des Mille Îles (COBAMIL) (2012). Problème prioritaire : Approvisionnement en eau. *In COBAMIL. Accueil, Documents et publications.*
http://www.cobamil.ca/sites/default/files/files/prob_D.pdf (Page consultée le 16 septembre 2015).
- Croley, T.E. (2003). Great Lakes Climate Change Hydrologic Assessment, I.J.C. Lake Ontario — St-Lawrence River Regulation Study. *In National Oceanic and Atmospheric Administration. Publications, Technical Memorandum GLERL-126.*
http://www.glerl.noaa.gov/ftp/publications/tech_reports/glerl-126/tm-126.pdf
 (Page consultée le 20 août 2015).
- D'Arcy, P. et Bibeault, J.F. (2004). Stratégie de navigation durable pour le Saint-Laurent. *In Publications du gouvernement du Canada. Accueil, Publications, Notre catalogue.*
http://publications.gc.ca/collections/collection_2014/mpo-dfo/Fs154-34-2004-fra.pdf
 (Page consultée le 16 septembre 2015).
- D'Arcy, P., Bibeault, J.F. et Raffa, R. (2005). Changements climatiques et transport maritime sur le Saint-Laurent. Étude exploratoire d'options d'adaptation. Réalisé pour le Comité de concertation navigation du Plan d'action Saint-Laurent. *In Ouranos. Accueil, Publications, Documents scientifiques.* http://www.ouranos.ca/media/publication/292_21_Rapport_Darcy_eau_2005.pdf
 (Page consultée le 2 septembre, 2015).
- Delta Programme Commissioner (2012). Delta Programme 2013. Working on the Delta; The road towards the Delta Decisions. *In Delta Programme Commissioner. Home, Delta Programme, Documents.*
<http://english.deltacommissaris.nl/delta-programme/documents/publications/2012/09/18/delta-programme-2013> (Page consultée le 22 octobre 2015).
- Delta Programme Commissioner (2014). Delta Programme 2015. Working on the Delta; The decisions to keep the Netherlands safe and liveable. *In Delta Programme Commissioner. Home, Delta Programme, Documents.* <http://english.deltacommissaris.nl/delta-programme/contents/delta-programme-2016/delta-programme-2015> (Page consultée le 22 octobre 2015).
- Delta Programme Commissioner (s. d.a). Delta Programme. *In Delta Programme Commissioner. Home, Delta Programme.* <http://english.deltacommissaris.nl/delta-programme>
 (Page consultée le 20 octobre 2015).
- Delta Programme Commissioner (s. d.b). Sharing Knowledge. *In Delta Programme Commissioner. Home, Delta Programme, Contents.* <http://english.deltacommissaris.nl/delta-programme/contents/knowledge-programme/sharing-knowledge>
 (Page consultée le 20 octobre 2015).
- Desjarlais, C., Allard, M., Blondlot, A., Bourque, A., Chaumont, D., Gosselin, P., Houle, D., Larrivée, C., Lease, N., Roy, R., Savard, J.P., Turcotte, R. et Villeneuve, C. (2010). Ouranos. Savoir s'adapter aux changements climatiques. *In Ouranos. Accueil, Publications, Documents scientifiques.*
http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53_sccc_21_06_lr.pdf (Page consultée le 11 juillet 2015).
- Desjarlais, C., Bourque, A., Décoste, R., Demers, C., Deschamps, P. et Lam, K-K. (2004). S'adapter aux changements climatiques. *In Ouranos. Accueil, Publications, Documents scientifiques.*
http://www.ouranos.ca/media/publication/343_ouranos_sadapterauxcc_fr.pdf
 (Page consultée le 11 août 2015).
- Doan, M., JR Lemay, J.C. et collaborateurs. (2013). Contexte légal de l'accès à l'eau au Québec – Aperçu. *In Agir pour la Diable. Documentation.*
http://www.agirpouirladiable.org/liens/Acces_eau_recherche_VF.pdf
 (Page consultée le 25 septembre 2015).
- DrinCorda (2014). Drin River Basin Management. *In DrinCorda. Home.* www.drincorda.org
 (Page consultée le 28 octobre 2015).

- Durand-Dastes, F. (2014). Bilan hydrique. *In* Hypergeo. *Relations Sociétés/Environnement, Outils*. <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article29> (Page consultée le 12 octobre 2015).
- Équipe de travail internationale sur la gestion adaptative des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. (2013). Pour une collaboration renouvelée dans les Grands Lacs et le Saint-Laurent : Un plan de gestion adaptative face aux niveaux d'eau extrêmes-Répartition des rôles et responsabilités et tâches proposées. *In* Commission Mixte Internationale. *Accueil, Publications, Rapports de base*. <http://www.ijc.org/files/tinymce/uploaded/Publications/FR%20-%20GLSLR%20Adaptive%20Management%20Plan%20-%20Final%20Report%202013.pdf> (Page consultée le 25 mars 2015).
- Fagherazzi, L., Guay, R. et Sassi, T. (2005). *Climate Change Analysis of the Ottawa River System* (rapport interne). Commission mixte internationale — Lake Ontario-St. Lawrence River study on discharge regulation, 72 p.
- Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) (2005). Gestion intégrée des zones côtières et des bassins fluviaux. Définition d'un cadre conceptuel et de critères d'évaluation des projets « Eaux Internationales du FFEM ». *In* FFEM. *Évaluation, Bassins fluviaux*. http://www.ffem.fr/jahia/webdav/site/ffem/shared/ELEMENTS_COMMUNS/U_ADMINISTRATEUR/Evaluation/Bassins_fluviaux_Etude.pdf (Page consultée le 10 novembre 2015).
- Frenette, J.J., Arts, M. et Morin, J. (2003). Spectral gradient of downwelling light in a fluvial lake (Lake Saint-Pierre, St. Lawrence River), *Aquatic Ecology*, vol. 37, p. 77-85.
- Frenette, J.J., Arts, M., Morin, J., Gratton, D. et Martin, C. (2006). Hydrodynamic control of the underwater light climate in fluvial Lac Saint-Pierre, *Limnology and Oceanography*, vol. 51, p. 2632- 2645.
- Gareau, P. et Lepage, L. (2005). Vers la gestion intégrée du fleuve Saint-Laurent : les défis d'une action collective. *Nouvelles pratiques sociales*, vol. 18, n° 1, p. 104-116.
- Global Environment Facility (GEF) (2013). GEF Amazon Project; Water resources and climate change. *In* GEF. *Home, Projects*. <https://www.thegef.org/gef/news/gef-amazon-project-water-resources-and-climate-change> (Page consultée 28 octobre 2015).
- Global Water Partnership (GWP) Eastern Africa (2012). Water and Climate Development Program (WACDEP) : Towards water security and climate resilience in eastern africa. *In* GWP. *Research, Eastern Africa*. <http://www.gwp.org/Global/WCDP%20Files/Bugesera%20Workshop%20brief%20Report.pdf> (Page consultée le 27 octobre 2015).
- Global Water Partnership (GWP), (2012a). What is IWRM? *In* Global Water Partnership. *The challenge, What is IWRM?* <http://www.gwp.org/en/The-Challenge/What-is-IWRM/> (Page consultée le 19 juillet 2015).
- Global Water Partnership (GWP), (2012b). IWRM Application. ? *In* Global Water Partnership. *The challenge, What is IWRM?* <http://www.gwp.org/en/The-Challenge/What-is-IWRM/IWRM-Application/> (Page consultée le 19 juillet 2015).
- Godmaire, H. et Demers, A. (2009). Eaux usées et fleuve Saint-Laurent : Problèmes et solutions. *In* Eau Secours. *Dossiers, Eaux usées et assainissement durable*. http://eausecours.org/esdossiers/eaux_usees-brochure.pdf (Page consultée le 12 août 2015).
- GouvRhône (2014). *Climate change impacts on streamflows in the Rhône basin from Lake Geneva to Lyon* (document interne sous-étude climat du projet de recherche GouvRhône). Version finale, Genève, GouvRhône, Université de Genève, Institut des sciences de l'environnement, 53 p.
- Grey, D. et Sadoff, C. W. (2007). Sink or Swim? Water security for growth and development, *Water Policy*, vol. 9, n°6, p. 545-571.
- Groupe AGÉCO (2014). Présentation d'incitatifs économiques en lien avec l'adaptation aux changements climatiques. *In* Ouranos. *Accueil, Publications, Documents scientifiques*. http://www.ouranos.ca/media/publication/382_RapportAGECO2015.pdf (Page consultée le 12 novembre 2015).

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2007a). *Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., Van der Linden, P.J. and Hanson C.E. Eds., Cambridge, UK, Cambridge University Press, 976 p.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2007b). Résumé à l'intention des décideurs. In GIEC. *Climate change 2007 : The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment report of the Intergovernmental panel on climate change* (p. 1-18). Cambridge, UK et New York, Cambridge University Press.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2013). Résumé à l'intention des décideurs, résumé technique et foire aux questions. In GIEC. *Changements climatiques 2013. Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (p. 1-206). Cambridge, UK et New York, Cambridge University Press.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2014). Résumé à l'intention des décideurs. In GIEC. *Climate change 2014 : Impacts, adaptation, and vulnerability, Part A : Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment report of the Intergovernmental panel on climate change* (p. 1-34). Cambridge, UK et New York, Cambridge University Press.
- Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent (2014). Portrait global de l'état du Saint-Laurent 2014. In Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026. *Accueil, Suivi de l'état, Portrait global de l'état du Saint-Laurent*. http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/portrait/Portrait_global_2014_300_FR.pdf (Page consultée le 6 avril 2015).
- Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent (2015). Programme Suivi de l'état du Saint-Laurent : Un outil indispensable du Plan d'action Saint-Laurent. In Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026. *Accueil, Suivre l'état, Faites saillants Portrait global 2014*. http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/portrait/Dépliant_Faits_saillants_2014_Français-BR.pdf (Page consultée le 29 juillet 2015).
- Gunderson, L. H. (1995). *Barriers and bridges to the renewal of ecosystems and institution*. Columbia University, New York, USA, Holling, C.S. and S. Light S. editors, 589 p.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, vol. 162, n°3859, p. 1243-1248.
- Holling, C. S. (1978). *Adaptive environmental assessment and management*. Chichester, UK, Wiley, 365 p.
- Hudon, C. (2008). Le fleuve Saint-Laurent, témoins de la situation environnementale du Québec. In Agri Réseau. *Agriculture biologique, Documents*. http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/documents/Hudon_Christiane_AR.pdf (Page consultée le 20 septembre 2015).
- Hudon, C., Gagnon, P., Amyot, J.P., Létourneau, G., Jean, M., Plante, C., Rioux, D. et Deschênes, M. (2005). Historical changes in herbaceous wetland distribution induced by hydrological conditions in Lake Saint-Pierre (St. Lawrence River, Quebec, Canada), *Hydrobiologia*, vol. 539, n°1, p. 205- 224.
- Huggins K., Frenette, J.J. et Arts, M.T. (2004). Nutritional quality of biofilms with respect to light regime in Lake Saint-Pierre (Québec, Canada), *Freshwater Biology*, vol. 49, p. 945-959.
- Information sur le développement durable, (2011a). 1977 1ere Conférence des Nations Unies sur l'eau 14 mars- Mar del Plata. In Information sur le développement durable. *Accueil, Événements, Conférences, 1ere Conférence des Nations Unies sur l'eau*. <http://cms.unige.ch/isdd/spip.php?article262> (Page consultée le 2 août 2015).
- Information sur le développement durable, (2011b). 1997 Forum mondial de l'eau (Marrakech). In Information sur le développement durable. *Accueil, Événements, Conférences, Forum mondial de l'eau (Marrakech)*. <http://cms.unige.ch/isdd/spip.php?article259> (Page consultée le 2 août 2015).

- Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) (2015). Changement climatique. Quel avenir pour l'axe Garonne-Gironde ? In IRSTEA. *Toutes les actualités, Département eaux*. <http://www.irstea.fr/toutes-les-actualites/departement-eaux/changement-climatique-garonne-gironde-adapteau-estuaire> (Page consultée le 15 octobre 2015).
- International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR) (2013). Strategy on Adaptation to Climate Change. In ICPDR. *Home, Activities and projects, Climate change adaptation*. <http://www.icpdr.org/main/activities-projects/climate-change-adaptation> (Page consultée le 25 octobre 2015).
- International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR) (2015). Strategy for the IRBD Rhine for adapting to climate change. In ICPR. *Documents, Report No. 219*. http://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente_en/Reports/219_en.pdf (Page consultée le 27 octobre 2015).
- Jean, M., Létourneau, G., Lavoie, C. et Delisle, F. (2002). Les milieux humides et les plantes exotiques en eau douce. Fiche d'information dans Suivi de l'état du Saint-Laurent. In Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE). *Sections, mandats*. <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/eole-monteregie/documents/DQ7.1.4.pdf> (Page consultée le 20 août 2015).
- Johnson, B. J. (1999). The role of adaptive management as an operational approach for resource management agencies. *Conservation Ecology*, vol. 3, n°2, art. 8.
- Jonch-Clausen, T. (2004). Integrated Water Resources Management (IWRM) and Water Efficiency Plans by 2005. Why, What and How? In Global Water Partnership. *TEC Background Papers. Numéro 14*. [http://www.gwp.org/Global/ToolBox/Publications/Background%20papers/10%20IWRM%20and%20Water%20Efficiency%20Plans%20by%202005.%20Why,%20What%20and%20How%20\(2004\).pdf](http://www.gwp.org/Global/ToolBox/Publications/Background%20papers/10%20IWRM%20and%20Water%20Efficiency%20Plans%20by%202005.%20Why,%20What%20and%20How%20(2004).pdf) (Page consultée le 12 septembre 2015).
- Knoepfel, P. (2000). Von der Umweltpolitik zur Politik der institutionellen Ressourcenregime. In Kissling-Näf, I. et Varone, F. (Eds.), *Institutionen für eine nachhaltige Ressourcennutzung : Innovative Steuerungsansätze am Beispiel der Ressourcen Luft und Boden* (p. 195-210). Zurich, R. egger.
- L.R. Services-Conseil (2006). Portrait de l'évolution de l'action communautaire dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent. In Publications gouvernement du Canada. *Accueil, Publications, Notre catalogue*. http://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ec/En154-35-2006-fra.pdf (Page consultée le 17 juillet 2015).
- Larouche, W., Turcotte, R., Cyr, J-F. et Fortin, L.G. (2008). *Étude sur les tendances des débits journaliers moyens aux stations hydrométriques du Québec* (rapport interne). Centre d'expertise hydrique du Québec, 2008, 13 p.
- Lee, K. N. (1999). Appraising adaptive management. *Conservation Ecology*. Vol. 3, n°2, art. 3.
- Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à assurer leur protection, RLRQ, c C- 6.2.
- Loi constitutionnelle de 1867, L.R.C. 1985, App. II, n° 5.
- Loucks, D.P., (2000). Sustainable water resources management. *Water International*, vol. 25, n°1, p. 1- 10.
- Lubell, M. et Lippert, L. (2011). La gestion régionale intégrée de l'eau : une étude sur la collaboration ou sur la politique de l'eau classique en Californie, États-Unis, *Revue Internationale des Sciences Administratives*, vol. 77, p. 77-102.
- Luc, J. (2005). Comparative study on river basin, Merguellil river : Water accounting, blue and green water. In International Water Management Institute. *Assessment, Files*. http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/research_projects/River_Basin_Development_and_Management/BlueGreenWater_Rapport_%20LUC.pdf (Page consultée le 12 octobre 2015).

- Magnuszewski, P., Sendzimir, J. et Kronenberg, J. (2005). Conceptual modelling for adaptive environmental assessment and management in the Barycz Valley, Lower Solesia, Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 2, n°2, p. 194-203.
- Mailhot, A. et Duchesne, S. (2005). Impacts et enjeux liés aux changements climatiques en matière de gestion des eaux en milieu urbain. *VertigO – La revue électronique en sciences de l'environnement*, hors série 2. <http://vertigo.revues.org/1931> (Page consultée le 10 septembre 2015).
- Mailhot, A., Duchesne, S., Talbot, G., Rousseau, A.N. et Chaumont, D. (2008). Changements climatiques au Québec méridional : Approvisionnement en eau potable et santé publique : projections climatiques en matière de précipitation et d'écoulement pour le sud du Québec – Résumé. In Institut national de santé publique du Québec. Publications. http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/866_RES_EauPotable_WEB.pdf (Page consultée le 19 septembre 2015).
- Marcotte-Latulippe, I. et Trudelle, C. (2012). Eau Québec, quel avenir pour l'or bleu? *Revue de Droit Université de Sherbrooke*, vol. 42, n°3, p.677-711.
- Margoluis, R. et Salafsky, N. (1998). *Measures of success : designing, managing, and monitoring conservation and development projects*. Washington, D.C., USA, Island Press, 384 p.
- Martin, D., Bélanger, D., Gosselin, P., Brazeau, J., Furgal, C., et Déry, S. (2005). *Les changements climatiques, l'eau potable et la santé humaine au Nunavik : stratégies d'adaptation*, (rapport préliminaire). Fonds d'action pour le changement climatique, projet A563, 80 p.
- Medema, W. et Jeffrey, P. (2005). IWRM and Adaptive Management: Synergy or Conflict? In CiteSeerx. Documents.<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.111.4085&rep=rep1&type=pdf> (Page consultée le 29 juillet 2015).
- Medema, W., S. McIntosh, B. et Jeffrey, P.J. (2008). From Premise to Practice: a Critical Assessment of Integrated Water Resources Management and Adaptive Management Approaches in the Water Sector. *Ecology and Society*, vol. 13, n°2, art. 29.
- Mekong River Commission (MRC) (2014). Local demonstration projects on climate change adaptation : Final report of the first batch project in Cambodia. In MRC. *Home, About MRC, Programmes*. <http://www.mrcmekong.org/assets/Publications/Reports/Local-demonstration-projects-on-CCA-Final-report-of-1st-batch-project-in-Cambodia.pdf> (Page consultée le 20 octobre 2015).
- Mekong River Commission (MRC) (s. d.a). Climate Change and Adaptation Initiative. In MRC. *Home, About MRC, Programmes*. <http://www.mrcmekong.org/about-mrc/programmes/climate-change-and-adaptation-initiative/> (Page consultée le 18 octobre 2015).
- Mekong River Commission (MRC) (s. d.b). Climate Change and Adaptation Initiative. In MRC. *Home, About MRC, Programmes*. <http://www.mrcmekong.org/assets/Posters-leaflets/CCAI-leaflet-final.pdf> (Page consultée le 14 novembre 2015).
- Milot, N., Lepage, L., Chquette, A., Lafitte, J., Larivière, V., Larocque, J., Lefebvre, B., Marquet, V. et Veret, A. (2013). *Adaptation aux changements climatiques et gestion intégrée de l'eau par bassin versant au Québec : une analyse sociopolitique des défis et des opportunités*. Montréal, Réalisé dans le cadre du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques du Gouvernement du Québec, Institut des sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal (UQÀM), 324 p.
- Montréal (s. d.a). Traitements : De l'eau pure partout et tout le temps. In Ville de Montréal. *Service aux citoyens, L'eau de Montréal, Production de l'eau potable, Traitements*. http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6497,54223581&_dad=portal&_schema=PORTAL (Page consultée le 22 septembre 2015).
- Montréal (s. d.b). Entreposage : Les réservoirs. In Ville de Montréal. *Service aux citoyens, L'eau de Montréal, Production de l'eau potable, Entreposage*. http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6497,54223587&_dad=portal&_schema=PORTAL (Page consultée le 22 septembre 2015).

- Montréal, (s. d.c). Usines. *In* Ville de Montréal. *Service aux citoyens, L'eau de Montréal, Production de l'eau potable*, Usines.
http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6497,54223579&_dad=portal&_schema=PORTAL
 (Page consultée le 22 septembre 2015).
- Morin, J., Champoux, O., Martin, S. et Turgeon, K. (2005). *Modélisation intégrée de la réponse de l'écosystème dans le fleuve Saint-Laurent (rapport final des activités entreprises dans le cadre du Plan d'étude sur la régularisation du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent)*. Rapport scientifique, Service météorologique du Canada, Québec — Section Hydrologie RS-108, Environnement Canada, 139 p.
- Mortsch, L., Hengeveld, H., Lister, M., Lofgren, B., Quinn, F.H., Slivitzky, M. et Wenger, L. (2000). Climate change impacts on the hydrology of the Great Lakes St. Lawrence system, *Revue canadienne des ressources en eau*, vol. 25, no°2, p. 153-179.
- Murdoch, P.S., Baron, J.S. et Miller, T.L. (2000). Potential Effects of Climate Change on Surface-Water Quality in North America. *Journal of the American Water Resources Association*, vol.36, n°2, p. 347-366.
- Nahrath, S. et Gerber, J.-D. (2014). Pour une approche ressourcielle du développement durable. *Développement durable et territoires*, vol. 5, n°2.
<http://developpementdurable.revues.org/10311> (Page consultée le 10 septembre 2015).
- Nantel, E., Mailhot, A., Rousseau, A.N. et Villeneuve, J-P. (2005). A methodology to assess historical and current municipal water supply vulnerabilities : An application to Quebec municipalities. *In* Computing and Control for the Water Industry, 8e Conférence internationale, volume 2, 5-7 septembre 2005. Université d'Exeter, Royaume-Uni.
- Naud, L. (2006). Un fleuve inaccessible. *In* L'Action Nationale. *Articles en ligne, Numéros 2006, Avril-Mai 2006, Le fleuve*. http://www.action-nationale.qc.ca/index.php?option=com_content&view=article&id=370:un-fleuve-inaccessible&catid=166&Itemid=522 (Page consultée le 16 septembre 2015).
- NBTC Holland Marketing (s. d). Les Pays-Bas, terre d'eau. *In* NBTC Holland Marketing. *Accueil, Idées de sujets, Développement durable*. <http://www.holland.com/fr/presse/idees-de-sujets/developpement-durable-1/les-paysbas-terre-deau.htm> (Page consultée le 24 octobre 2015).
- Netherlands Water Partnership (2013). Le défi de l'eau et ses solutions durables dans la région Moyen-Orient/Afrique du Nord. *In* Ambassade du Royaume des Pays-Bas à Rabat, Maroc. *Accueil, Sujets-clés, Les solutions aqueuses*. <http://maroc.nlabassade.org/sujets-cles/les-solutions-aqueuses>
 (Page consultée le 22 octobre 2015).
- Nile Basin Initiative (2014). Initiative du Bassin du Nil : Rapport annuel 2014. *In* Nile Basin Initiative. *Contents*. <http://nileis.nilebasin.org/content/nile-basin-initiative-corporate-report-2014-english-and-french-version> (Page consultée le 20 octobre 2015).
- Odendaal, P.E. (2002). Integrated Water Resources Management (IWRM), with special reference to sustainable Urban Water Management. Communication orale. *Conference and Exhibition on Integrated Environmental Management in South Africa (CEMSA)*, 2002, Johannesburg, South Africa.
- Ohlson, D.W., (1999). Exploring the application of adaptive management and decision analysis to integrated watershed management. Thèse de maîtrise, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, 114 p.
- Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) (2001). *Multifonctionnalité Élaboration d'un cadre analytique : agriculture et alimentation*. Paris, Éditions OCDE, 176 p.
- Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) (2010). *Gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole*. Études de l'OCDE sur l'eau, Paris, Éditions OCDE, 136 p.

- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (2014). *L'eau et l'adaptation au changement climatique : Des politiques pour naviguer en eaux inconnues*. Paris, Éditions OCDE, 149 p.
- Ostrom E., Gardner R. et Walker J. (1994). *Rules, Games, and Common-Pool Resources*. Ann Arbor, The University of Michigan Press, 392 p.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge, Cambridge University Press, 271 p.
- Ostrom, E. (2005). *Understanding Institutional Diversity*. Princeton, Princeton University Press, 351 p.
- Ouranos (2010). Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques. Guide destiné au milieu municipal québécois. In MDDELCC. *Programmes, Climat-Municipalités, Plan d'adaptation*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites/Plan-adaptation.pdf> (Page consultée le 5 novembre 2015).
- Ouranos (s. d.) Le fleuve Saint-Laurent. In Ouranos. *Savoir s'adapter, vulnérabilités, impacts et options d'adaptation, les activités économiques, ressources en eau, le fleuve Saint-Laurent*. <http://adaptation.ouranos.ca/fr/adaptation/vulnerabilites-impacts/activites/eau/fleuve-st-laurent/> (Page consultée le 19 mars 2015)
- Pahl-Wostl, C., Downing, T., Kabat, P., Magnuszewski, P., Meigh, J., Schuster, M., Sendzimir, J. et Werners, S. (2005). Transitions to Adaptive Water Management: The NeWater Project. In NERC science of the environment. *Search*. http://nora.nerc.ac.uk/1018/1/PahlWostlnewater_wp01.pdf (Page consultée le 25 juillet 2015).
- Parent, A.-C., et Anctil, F. (2012). *Pour des mesures de conservation et d'utilisation efficace de l'eau adaptable aux changements climatiques pour le bassin du fleuve Saint-Laurent*. Rapport final, Université Laval, Québec, Québec, 191 p.
- Pellerin, S., et Poulin, M. (2013). *Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable*. Rapport final, doctorat, Université de Montréal et Université Laval, Montréal, Québec, Québec, 104 p.
- Petitjean, O. (2008). Les conséquences du changement climatique sur les ressources en eau. In *Partage des eaux. Accueil, Les grands enjeux de l'eau, Eau et changement climatique, Les conséquences du changement climatique sur l'eau*. <http://www.partagedeseaux.info/Les-sequences-du-changement-climatique-sur-les-ressources-en-eau> (Page consultée le 12 août 2015).
- Petitjean, O. (2009). Le bassin du Mékong, une région menacée par les grands aménagements sur le fleuve. In *Partage des eaux. Accueil, Les grands enjeux de l'eau, L'eau, source de conflits ou de coopération, L'eau au niveau international*. <http://www.partagedeseaux.info/Le-bassin-du-Mekong-une-region-menacee-par-les-grands-amenagements-sur-le> (Page consultée le 22 octobre 2015).
- Pflieger, G. (2015a). La gouvernance des biens communs planétaires. Séance 2. Communication orale. *Les global commons : Définition des concepts de bien commun, de ressources, de droits de propriété et des périmètres territoriaux*, 24 février 2015, Université de Genève, Suisse.
- Pflieger, G. (2015b) La gouvernance des biens communs planétaires. Séance 5. Communication orale. *Régimes Institutionnels des Ressources Naturelles (RIRN) et règles d'usage en action : un cadre d'analyse*, 10 mars 2015, Université de Genève, Suisse.
- Pflieger, G. et Bréthaut, C. (2014). *GOUVRHÔNE : Gouvernance transfrontalière du Rhône, du Léman à Lyon* (rapport intermédiaire du projet de recherche GouvRhône). Version du 13.10.2014, Genève, GouvRhône, Université de Genève, Institut des sciences de l'environnement, 139 p.
- Plan d'action Saint-Laurent (PASL) (2012a). Le Saint-Laurent. In *Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026. Accueil, Le Saint-Laurent*. http://planstlaurent.qc.ca/fr/le_saint_laurent.html (Page consultée le 29 juillet 2015).

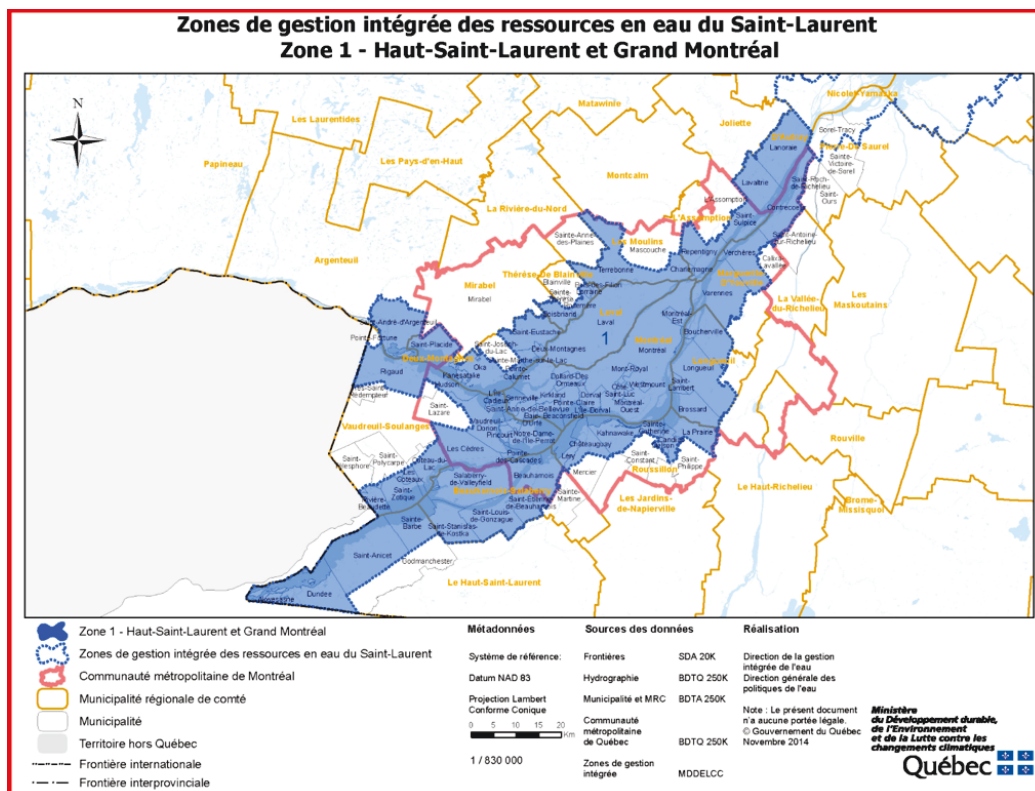
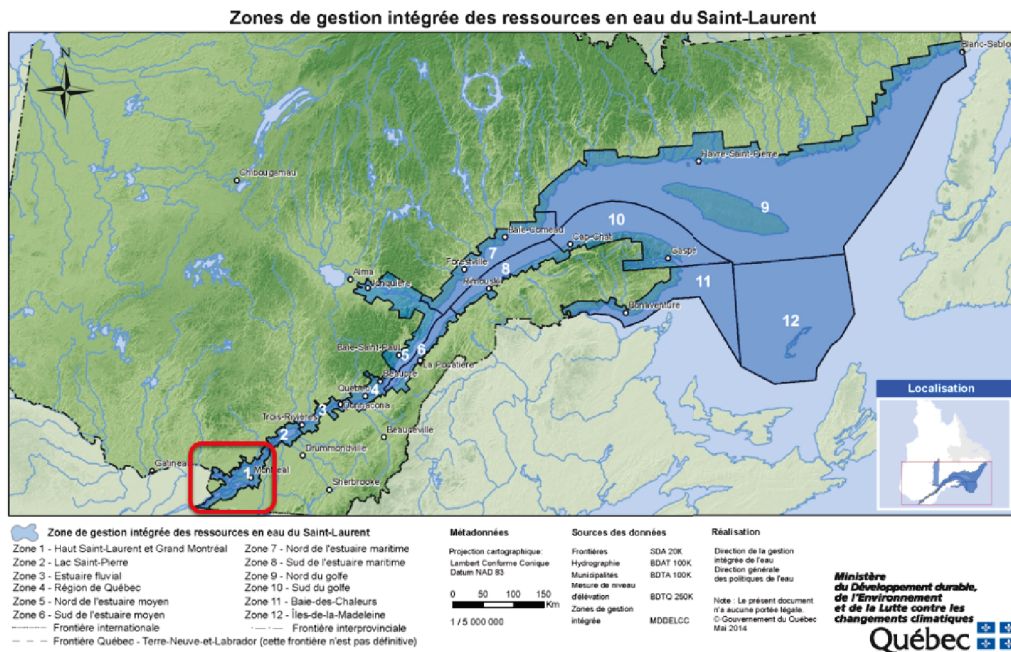
- Plan d'action Saint-Laurent (PASL) (2012b). La gestion intégrée du Saint-Laurent. *In* Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026. *Accueil, gestion intégrée*. http://planstlaurent.qc.ca/fr/gestion_integree.html (Page consultée le 23 mars 2015).
- Plan d'action Saint-Laurent (PASL) (2012c). Des projets pour assurer la pérennité des usages du Saint-Laurent. *In* Plan d'action Saint-Laurent. *Accueil, Projets, Usages*. <http://planstlaurent.qc.ca/fr/usages.html> (Page consultée le 15 août 2015).
- Plan d'action Saint-Laurent (PASL) (2013a). Phase II : 1993-1998. *In* Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026. *Accueil, À notre sujet, Historique, 1993-1998*. http://planstlaurent.qc.ca/fr/historique/1993_1998.html (Page consultée le 29 juillet 2015).
- Plan d'action Saint-Laurent (PASL) (2013b). La prévision numérique environnementale : un outil d'aide à la décision. *In* Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026. *Accueil, Prévision environnementale*. http://planstlaurent.qc.ca/fr/prevision_environnementale.html (Page consultée le 29 juillet 2015).
- Plan d'action Saint-Laurent (PASL) (2013c). Des projets pour protéger la biodiversité du Saint-Laurent. *In* Plan d'action Saint-Laurent. *Accueil, Projets, Biodiversité*. <http://planstlaurent.qc.ca/fr/biodiversite.html> (Page consultée le 15 août 2015).
- Plan d'action Saint-Laurent (PASL) (2014). Plus de 25 ans de collaboration entre le Canada et le Québec. *In* Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026. *Accueil, À notre sujet, Historique, Plus de 25 ans de collaboration entre le Canada et le Québec*. <http://planstlaurent.qc.ca/fr/historique/plusde25ansdecollaboration.html> (Page consultée le 29 juillet 2015).
- Plan d'action Saint-Laurent (PASL) (2015a). Le Portrait global de l'état du Saint-Laurent, Avant-propos. *In* Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026. *Accueil, Suivi de l'état*. http://planstlaurent.qc.ca/fr/suivi_de_letat/portrait_global_de_letat_du_saint_laurent_2014.html (Page consultée le 2 septembre 2015).
- Plan d'action Saint-Laurent (PASL) (2015b). L'évolution des niveaux et débits du fleuve Saint-Laurent. *In* Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026. *Accueil, Suivre l'état, Fiches de suivi*. http://planstlaurent.qc.ca/fr/suivi_de_letat/fiches_de_suivi/evolution_des_niveaux_et_debits_du_fleuve_saint_laurent.html (Page consultée le 29 juillet 2015).
- Port de Montréal (2014a). Plateforme intermodale. *In* Port de Montréal. *Accueil, À propos du Port*. <http://www.port-montreal.com/fr/plateforme-intermodale-a-propos.html> (Page consultée le 5 octobre 2015).
- Port de Montréal (2014b). Commerçant maritime mondial. *In* Port de Montréal. *Accueil, Communauté, Présentation du Port*. <http://www.port-montreal.com/fr/commercant-maritime-mondial-communaute.html> (Page consultée le 3 septembre 2015).
- Port de Montréal (2014c). Le port en images. *In* Port de Montréal. *Accueil*. <http://www.port-montreal.com> (Page consultée le 3 septembre 2015).
- Port de Montréal (2014d). Environnement. *In* Port de Montréal. *Accueil, Communauté, Développement durable, Environnement*. <http://www.port-montreal.com/fr/environnement-communaute.html> (Page consultée le 3 septembre 2015).
- Port de Montréal (2014e). Niveaux d'eau. *In* Port de Montréal. *Accueil, Communauté, Présentation du Port, Niveaux d'eau*. <http://www.port-montreal.com/fr/niveaux-eau-communaute.html> (Page consultée le 3 septembre 2015).
- Port de Montréal (2014f). Maximiser les niveaux d'eau. *In* Port de Montréal. *Accueil, Communauté, Présentation du Port, Niveaux d'eau, Maximiser les niveaux d'eau*. <http://www.port-montreal.com/fr/maximiser-les-niveaux-deau-communaute.html> (Page consultée le 3 septembre 2015).
- Port de Montréal (2014g). Navigation électronique. *In* Port de Montréal. *Accueil, Communauté, Présentation du Port, Niveaux d'eau, Navigation électronique*. <http://www.port-montreal.com/fr/navigation-electronique-communaute.html> (Page consultée le 3 septembre 2015).

- Port de Montréal (2014h). Devenez un voisin ou un ami du Port. *In* Port de Montréal. *Accueil, Communauté, Présentation du Port*. <http://www.port-montreal.com/fr/devenez-un-ami-du-port.html> (Page consultée le 9 novembre 2015).
- Port de Montréal (s. d.). Le Port de Montréal en Bref : son importance. *In* Port de Montréal. *Accueil, Communauté, Présentation du Port, Le Port en chiffres*. http://www.port-montreal.com/files/PDF/port-en-chiffres/APM_FichesTechnique_HR_MOD_HM_FR.pdf (Page consultée le 3 septembre 2015).
- Prato, T. (2003). Adaptive management of large rivers with special reference to the Missouri River. *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 39, n°4. p. 935–946.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (1972). Déclaration finale de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement. *In* PNUE. *Documents, Multilingual*. <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503&I=fr> (Page consultée le 25 août 2015).
- Québec. Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT) (2010). Approvisionnement en eau potable et traitement des eaux. *In* MAMOT. *Aménagement du territoire, Guides La prise de décision en urbanisme, Intervention*. <http://www.mamot.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/intervention/approvisionnement-en-eau-potable-et-traitement-des-eaux-usees/> (Page consultée le 20 septembre 2015).
- Québec. Ministère des Transports du Québec (MTQ) (2015). Navigation durable. *In* MTQ. *Accueil, Partenaires privés, Entreprises de services de transport ferroviaire, maritime et aérien, Transport maritime, Navigation durable*. <https://www.mtq.gouv.qc.ca/partenairesprives/transportferroviairemaritimeaerien/transport-maritime/Pages/navigation-durable.aspx> (Page consultée le 2 août 2015).
- Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2011). Rapport d'analyse environnementale concernant la demande de modification du décret numéro 504-2010 du 16 juin 2010 relatif à la soustraction du projet d'excavation d'un haut-fond dans la rivière des Mille Îles sur le territoire des villes de Deux-Montagnes et de Laval, de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement et la délivrance d'un certificat d'autorisation au ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, agissant par le Centre d'expertise hydrique du Québec. *In* MDDEP. *Évaluations, Décret, 2011*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/decret/2011/690-2011.pdf> (Page consultée le 15 septembre 2015).
- Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2012). Stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'alimentation en eau potable. *In* MDDELCC. *Eau, Eau potable, Stratégie*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/strategie/strategie.pdf> (Page consultée le 25 septembre 2015).
- Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2014). Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec : Quels sont les effets sur vous ? *In* MDDELCC. *La quantité d'eau, Quels sont les effets sur vous ?* <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/Etat-eau-ecosysteme-aquatique-qte-eau-effets.htm#activites> (Page consultée le 15 septembre 2015).
- Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2015a). Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. *In* MDDELCC. *Eau, Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/grandslacs/2005/index.htm> (Page consultée le 23 mars 2015).
- Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2015b). Le Saint-Laurent. *In* MDDELCC. *Eau, Le Saint-Laurent*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/fleuve.htm> (Page consultée le 20 avril 2015).

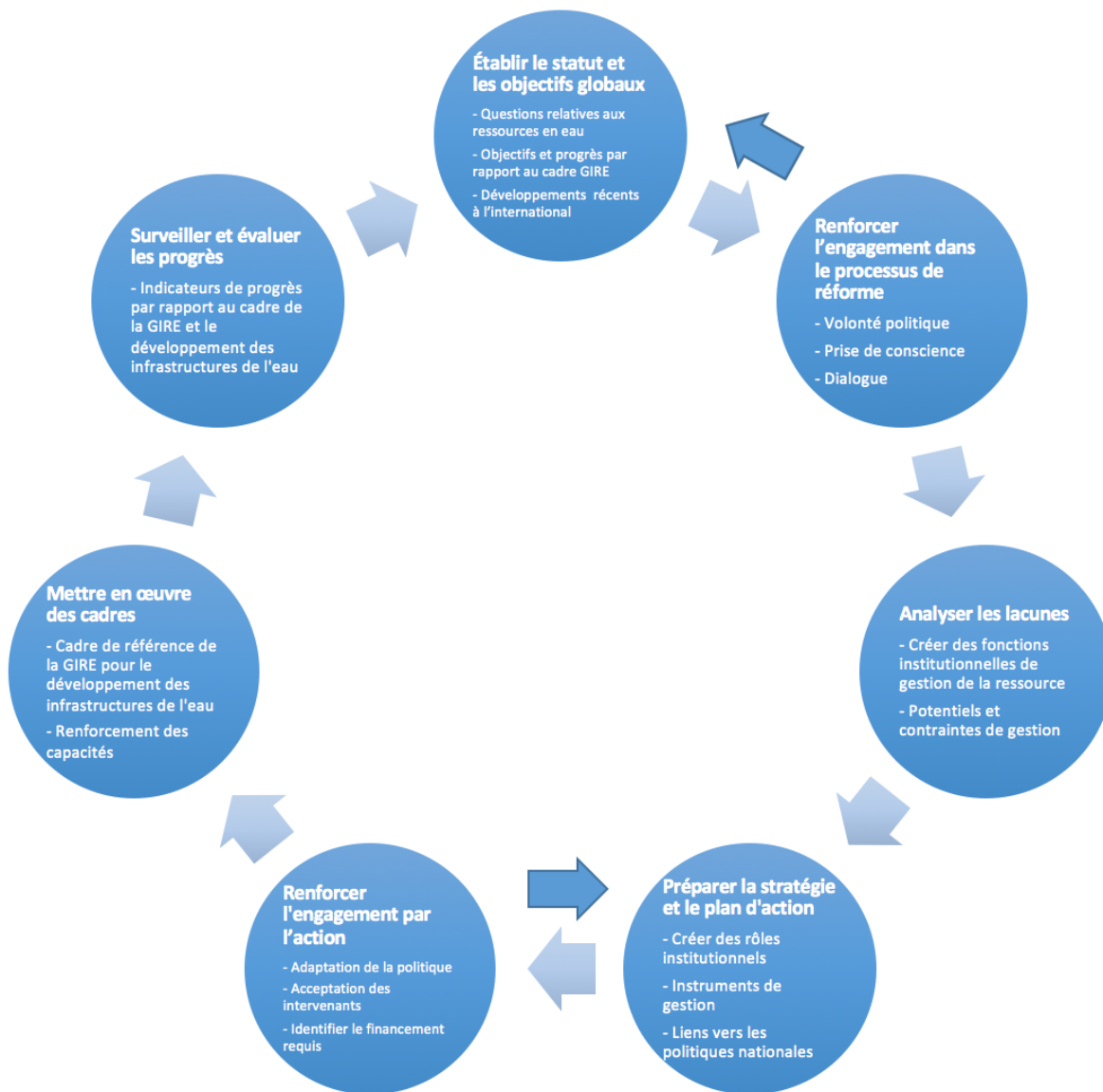
- Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2015c). *Faits Saillants*. In MDDELCC. *Eau*, La Politique nationale de l'eau, *Faits saillants*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/politique/> (Page consultée le 3 août 2015).
- Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2015d). Le Saint-Laurent : La qualité des eaux du fleuve, 1990-2003. In MDDELCC. *Eau, Écologie aquatique, Le Saint-Laurent*. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/fleuve/qualite90-03/ (Page consultée le 10 septembre 2015).
- Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2015e). La gestion des prélèvements d'eau. In MDDELCC. *Eau, Prélèvements d'eau*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/prelevements/index.htm> (Page consultée le 15 septembre 2015).
- Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2015f). Gestion intégrée du Saint-Laurent : Table de concertation de la zone du Haut-Saint-Laurent et du Grand Montréal. In MDDELCC. *Eau, Saint-Laurent, Gestion intégrée, Zone du Haut-Saint-Laurent et du Grand Montréal*. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/st-laurent/gestion-integree/zone_haut-st-laurent.htm (Page consultée le 17 mars 2015).
- Robert, C. et Bolduc, A. (2012). Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec 2005-2009. In MDDELCC. *Eau, Eau potable, Bilans*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan2005-2009.pdf> (Page consultée le 6 novembre 2015).
- Rousseau, A., Savary, S. et Fossey, M. (2013). Modélisation hydrologique des milieux humides dans les Basses- terres du Saint-Laurent. Rapport final du volet hydrologique du projet: Outils d'analyses hydrologique, économique et spatiale des services écologiques procurés par les milieux humides des basses-terres du Saint-Laurent : adaptations aux changements climatiques. Rapport R-1436, Centre Eau, Terre et Environnement, Institut national de la recherche scientifique, INRS-ETE. In *Espace INRS. Recherches*. <http://espace.inrs.ca/1660/1/R001436.pdf> (Page consultée le 25 septembre 2015).
- Rousseau, A.N., Mailhot, A. et Villeneuve, J.P. (2003). Connaissons-nous bien la capacité des bassins versants et aquifères régionaux à fournir de l'eau potable à la population du Québec sous de nouvelles conditions climatiques? In 26e Symposium sur les eaux usées et 15e Atelier sur l'eau potable, Laval, Québec, 17 et 18 septembre 2003. Laval.
- Sadoff, C. et Muller, M. (2010) Gestion de l'eau, sécurité en eau et adaptation au changement climatiques : premiers effets et mesures essentielles. In Global Water Partnership. *TEC Background Papers. Numéro 14*. [http://www.gwp.org/Global/ToolBox/Publications/Background%20papers/14%20Water%20Management,%20Water%20Security%20and%20Climate%20Change%20Adaptation.%20Early%20Impacts%20and%20Essential%20Responses%20\(2009\)%20French.pdf](http://www.gwp.org/Global/ToolBox/Publications/Background%20papers/14%20Water%20Management,%20Water%20Security%20and%20Climate%20Change%20Adaptation.%20Early%20Impacts%20and%20Essential%20Responses%20(2009)%20French.pdf) (Page consultée le 12 août 2015).
- Shea, K. et The National Center for Ecological Analysis and Synthesis (NCEAS) Working Group on Population Management (1998). Management of populations in conservation, harvesting, and control. *Trends in Ecology and Evolution*. Vol. 13, n° 9, p.371–375.
- Stratégies Saint-Laurent (2011). Les comités ZIP. In *Stratégies Saint-Laurent. Les organismes, Les comités ZIP*. <http://www.strategiessl.qc.ca/les-organismes/les-comites-zip> (Page consultée le 3 août 2015).
- Stroobants, J.P. (24 septembre 2014). Les Pays-Bas vont investir 20 milliards d'euros pour lutter contre la montée des eaux. In *Le Monde.fr. Planète*. http://www.lemonde.fr/planete/article/2014/09/24/les-pays-bas-vont-investir-20-milliards-d-euros-pour-lutter-contre-la-montee-des-eaux_4493548_3244.html (Page consultée le 20 octobre 2015).

- Suisse. Office fédéral de la santé publique (OFSP) (2010). Procédés reconnus destinés au traitement de l'eau potable. In Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. *Accueil, Recherche*. http://www.blv.admin.ch/suchen/index.html?cx=014624479476066542388%3A55ngm6tpsqrq&go_search=1&lang=fr&hl=fr&cof=FORID%3A10&ie=UTF-8&q=traitement+eau+potable&sa=rechercher (Page consultée le 20 septembre 2015).
- Syndicat Mixte d'Études et d'Aménagement de la Garonne (SMEAG) (s. d.a). Le bassin versant de la Garonne. In SMEAG. *Accueil, Territoire, Bassin*. <http://www.smeag.fr/le-bassin-versant-de-la-garonne.html> (Page consultée le 20 octobre 2015).
- Syndicat Mixte d'Études et d'Aménagement de la Garonne (SMEAG) (s. d.b). Les usages autour de la Garonne. In SMEAG. *Accueil, Territoire, Usages*. <http://www.smeag.fr/les-usages-autour-de-la-garonne.html> (Page consultée le 20 octobre 2015).
- Table de concertation régionale du Haut-Saint-Laurent-Grand Montréal (TCR HSLGM) (2015). *Règles de fonctionnement* (document interne). Septembre 2015, Montréal, TCR HSLGM, 15 p.
- Thomas, J., et Durham, B. (2003). Integrated water resource management: looking at the whole picture. *Desalination*, Vol. 156, n°1–3, p.21–28.
- Touzard, H. (2006). Consultation, concertation, négociation. Une courte note théorique, *Négociation*, n°5, p. 67-74.
- USA. U.S. Department of the Interior (2012). Colorado River Basin water supply and demand study. In U.S. Department of the interior. *Reclamation home, Lower Colorado Region, Programs and activities*. <http://www.usbr.gov/lc/region/programs/crbstudy.html> (Page consultée le 25 octobre 2015).
- Vachon, J.F. (2014). Le contexte juridique en aménagement du territoire au Québec. Communication orale. *Cours Aménagement de collectivités durables*, automne 2014, séances 5 à 7, Université de Sherbrooke.
- Van der Meulen, S. et Brils, J. (2008). Ecosystem Services in river basin management – background information and discussion document, RISKBASE project. In Leven met water. *Documents*. http://www.levenmetwater.nl/static/media/files/vdMeulen_-_Ecosystem_services_and_river_basin_management.pdf (Page consultée le 25 juillet 2015).
- Walters, C. (1997). Challenges in adaptive management of riparian and coastal ecosystems. *Conservation Ecology*, vol.1, n°2, art. 1.

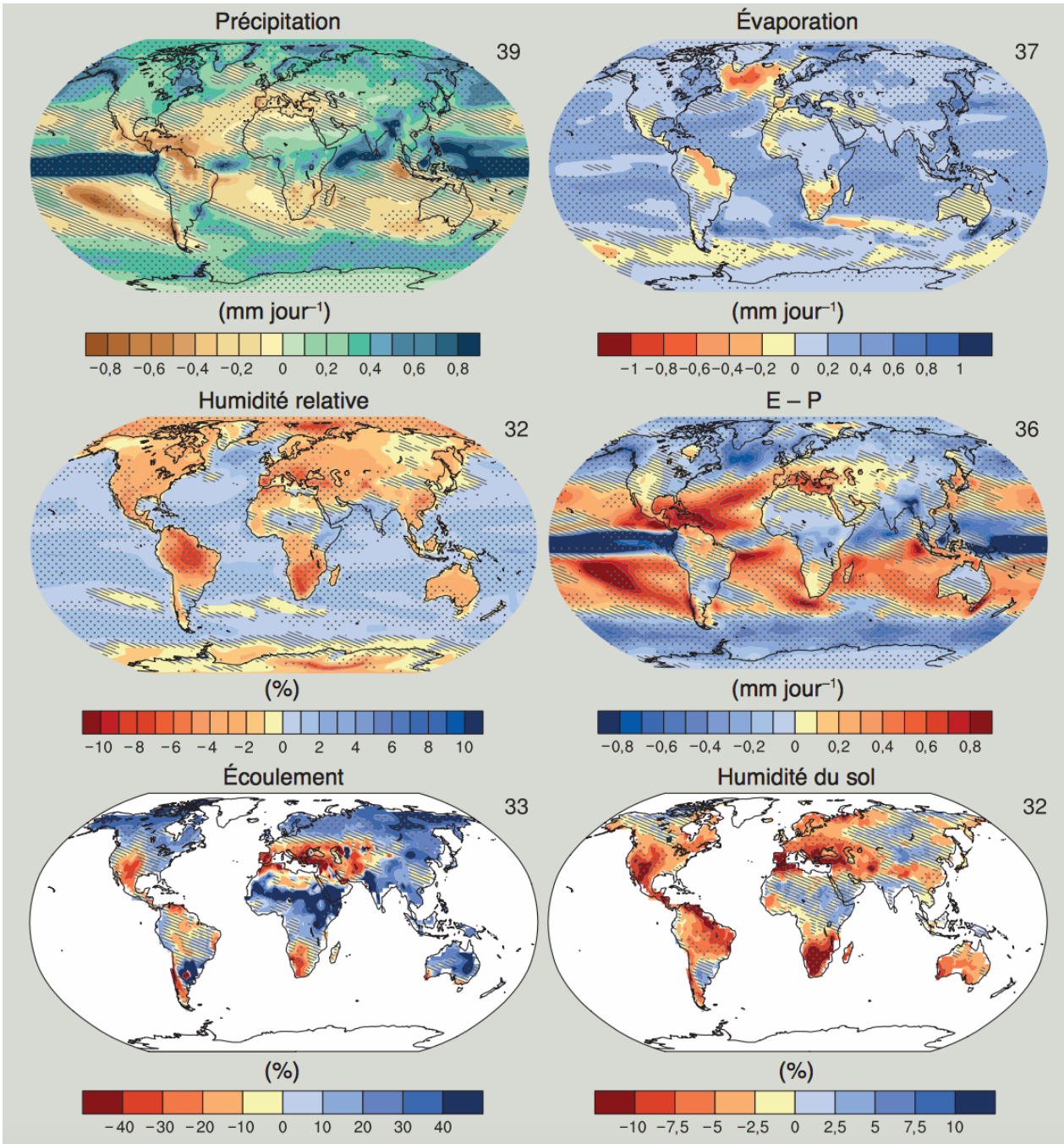
ANNEXE 1 - ZONES DE GISL ET EMPHASE SUR LA ZONE 1 (inspiré de : PASL, 2012b; Québec. MDDELCC, 2015f)



ANNEXE 2 - CADRE DE RÉFÉRENCE DE LA GIRE (inspiré et traduit de : GWP, 2012b)



ANNEXE 3 - VARIATION MOYENNE ANNUELLE DU CYCLE HYDROLOGIQUE (2080-2100) (tiré de : GIEC, 2013, p. 45)



ANNEXE 4 - CANEVAS D'ENTREVUE SEMI-DIRIGÉE

INTRODUCTION

1. Pouvez-vous me décrire vos tâches et vos fonctions ?

ENJEUX ET PRÉOCCUPATIONS

2. Quel est selon vous l'état de santé du fleuve Saint-Laurent ?
3. Quels enjeux concernant la ressource en eau, sa gestion et son utilisation sont importants selon vous ?
4. Quels sont vos préoccupations par rapport à la ressource et son écosystème ?

CHANGEMENTS CLIMATIQUES

5. Est-ce que les changements climatiques font parties de vos préoccupations ?
6. Percevez-vous certains effets des changements climatiques sur les sujets qui vous préoccupent ?
 - a. Quels sont les impacts les plus importants selon vous ?
 - b. Lequel est le plus préoccupant ?
7. Savez-vous ce à quoi fait référence l'adaptation aux changements climatiques dans les pratiques de gestion ? Si oui, pouvez-vous me dire ce qu'elle représente dans votre secteur d'activité ?
8. Quels outils de gestion vous aideraient à vous adapter aux changements climatiques dans le cadre de vos activités ?

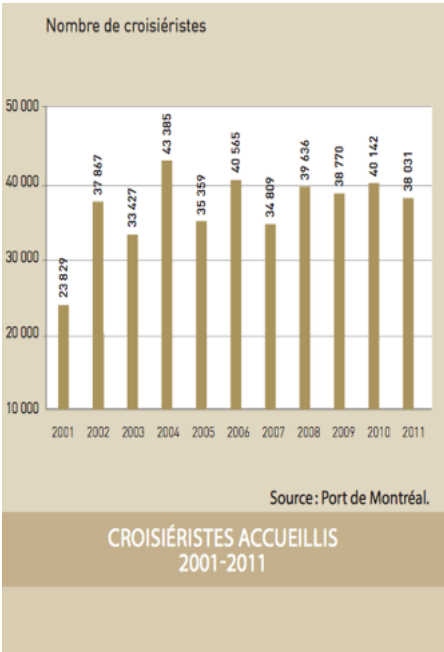
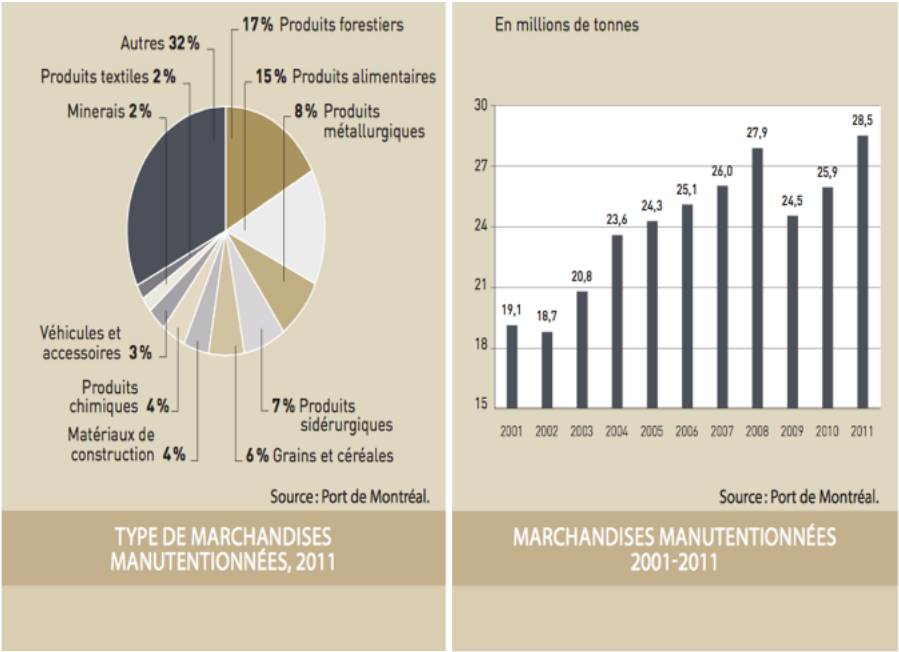
GESTION INTÉGRÉE DE LA RESSOURCE

9. Intégrez-vous une pratique de gestion durable de la ressource ?
10. Sentez-vous que vous êtes impliqué dans le processus décisionnel ?
11. Avez-vous le support nécessaire (technique, financier, humain) pour gérer la ressource de manière efficace et durable ?
12. Comment trouvez-vous l'accès à l'information ? Avez-vous un besoin en informations supplémentaires ? De quels types d'informations ?
13. Ressentez-vous certains conflits ou tensions entre les différents usagers de la ressource ?
14. A votre connaissance, croyez-vous que d'autres usages du fleuve risquent d'occasionner certains conflits avec vos propres activités dans un contexte de changements climatiques ?
15. Dans un contexte de changements climatiques, comment la création de la table de concertation régionale (TCR) peut, selon vous, aider à mieux adapter les utilisations du fleuve ?

ANNEXE 5 - ENJEUX DE L'EAU SELON LES ACTEURS INTERROGÉS (tiré de : Marcotte-Latulippe et Trudelle, 2012, p. 692)

Enjeux	Nombre de participants ayant mentionné l'enjeu	Nombre de participants ayant mentionné l'enjeu comme première réponse
Appropriation	6	4
Réchauffement climatique	6	5
Pollution	9	1
Conflits	4	2
Manque de main d'œuvre	1	1
Total	26	13
Un répondant s'est abstenu		

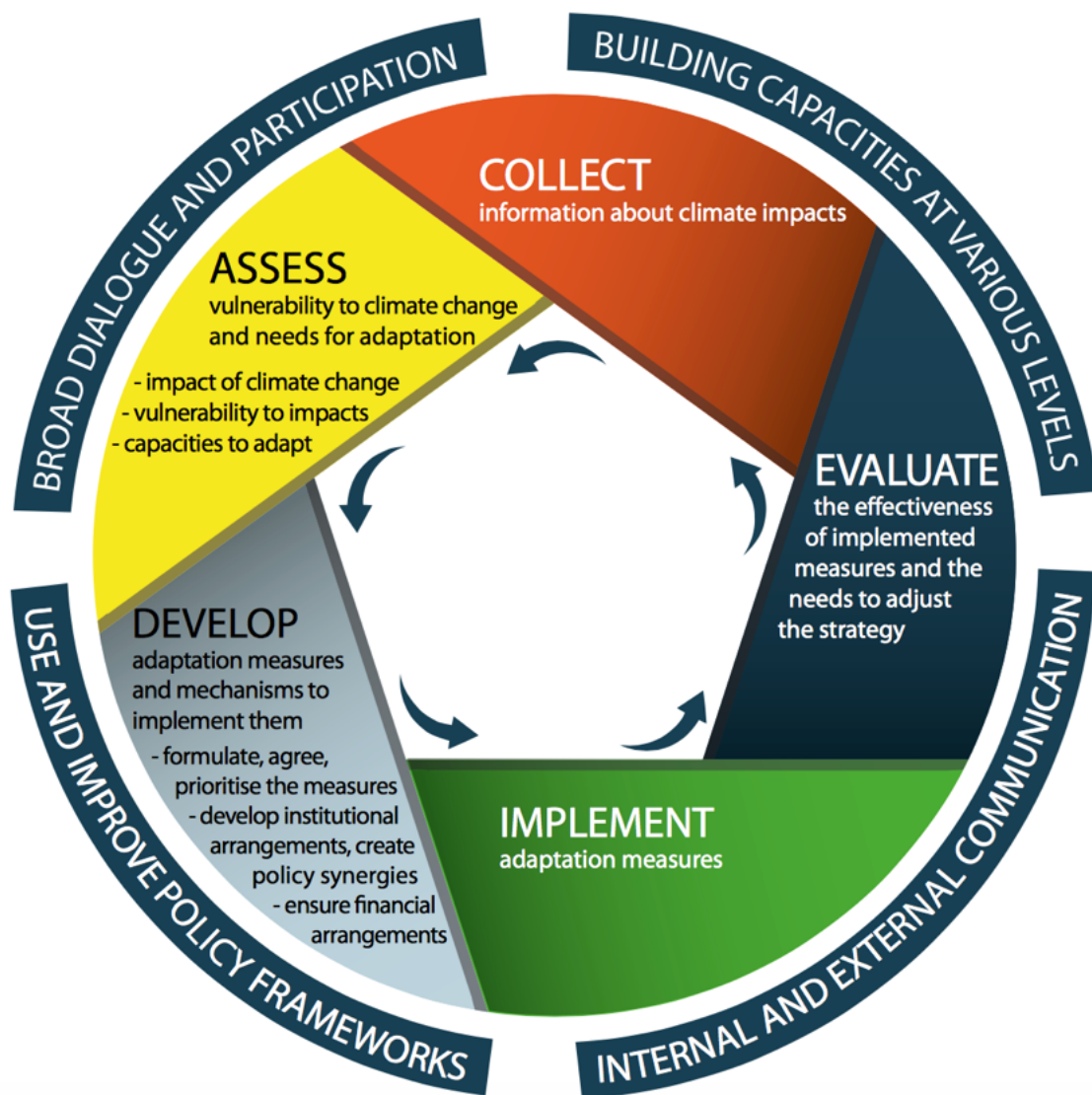
ANNEXE 6 - STATISTIQUES DU PORT DE MONTRÉAL (tiré de : Port de Montréal, s. d.)



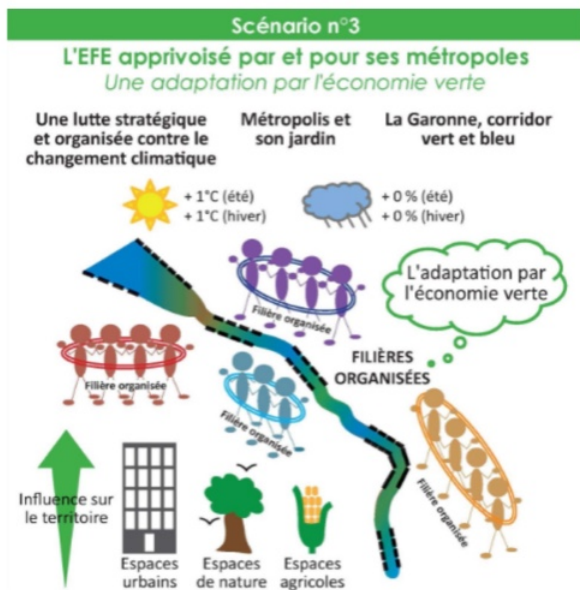
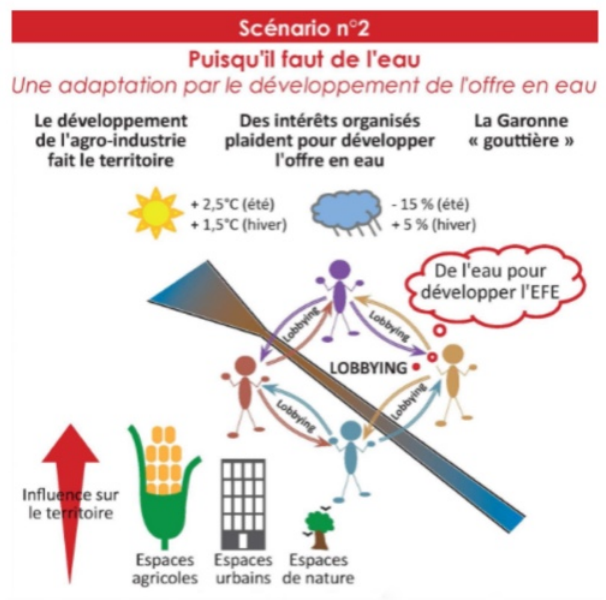
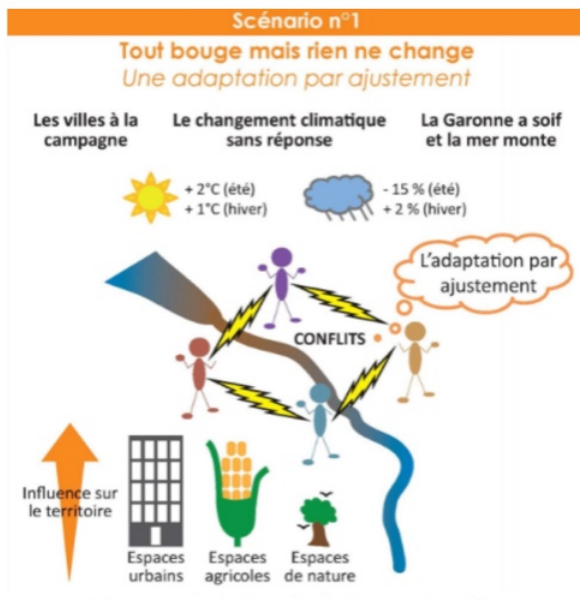
ANNEXE 7 - PROCÉDÉS DE POTABILISATION DE L'EAU (tiré de : Suisse. OFSP, 2010, p. 35)

Procédés / But d'utilisation	Elimination des particules	Elimination de substances dissoutes	Elimination des microorganismes par biodégradation	Biodégradation	Adsorption de substances dissoutes	Désinfection	Oxydation	Coagulation	Adoucissement	Elimination des nitrates	Dessalement	pH
Floculation/précipitation	x	x	x					x				
Sédimentation	x											
Filtration lente sur sable	x	x	x	x								
Filtration rapide	x		x	x								
Filtration membranaire	x	x	x						x	x	x	
Chloration						x	x		x			
Dioxyde de chlore						x	x					
Ozonation						x	x	x				
UV						x	x°					
Charbon actif	x			x	x							
Echange d'ions		x			x				x	x	x	
Désacidification/ adoucissement		x							x			x
Oxydation avancée							x					

ANNEXE 8 - CADRE D'UNE STRATÉGIE D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES (tiré de : UNECE et RIOB, 2015, p. 4)



ANNEXE 9 - SCÉNARIOS DU PROJET ADAPT'EAU (tiré de : IRSTEA, 2014)

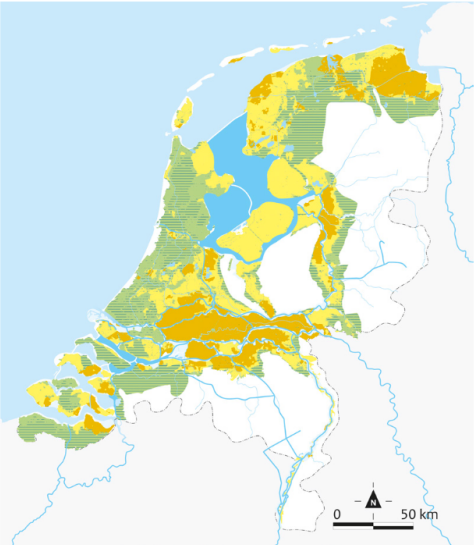


ANNEXE 10 - MEMBRES DU COMITÉ DE SUIVI DU PROJET ADAPT'EAU (inspiré de : Adapt'eau, s. d.b)

AADPPED de la Gironde : Association Agréée Départementale des Pêcheurs Professionnels en Eau Douce de la Gironde	DREAL Midi-Pyrénées : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, Midi-Pyrénées
Agence de l'eau Adour-Garonne	EDF : Electricité de France
AMP : Les Aires Marines Protégées (Estuaire de la Gironde et Pertuis charentais	EPTB/Sméag : Établissement public territorial de bassin / Syndicat mixte d'études et d'aménagement de la Garonne
CG 33 : Conseil Général de la Gironde	Nature Midi-Pyrénées : Association préservation et de protection de la nature
Conservatoire du Littoral : Délégation Aquitaine	SEPANSO : Fédération des Sociétés pour l'Étude, la Protection et l'Aménagement de la Nature dans le Sud-Ouest
CREN Poitou-Charentes : Conservatoire d'espaces naturels de Poitou-Charentes	SMIDDEST : Syndicat Mixte pour le Développement Durable de l'Estuaire de la Gironde

ANNEXE 11 - VALEUR AJOUTÉE DE L'APPROCHE DU DELTA PROGRAMME (tiré de : Delta Programme Commissioner, 2014, p. 18)

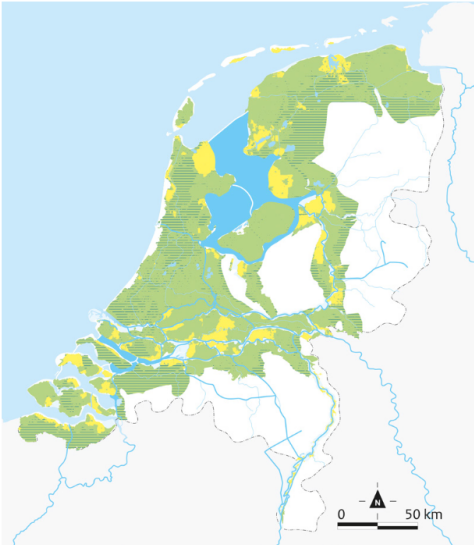
Map 4a Situation in 2020 after current programmes have been implemented (reference)



Annual probability of an individual dying as a result of a flood

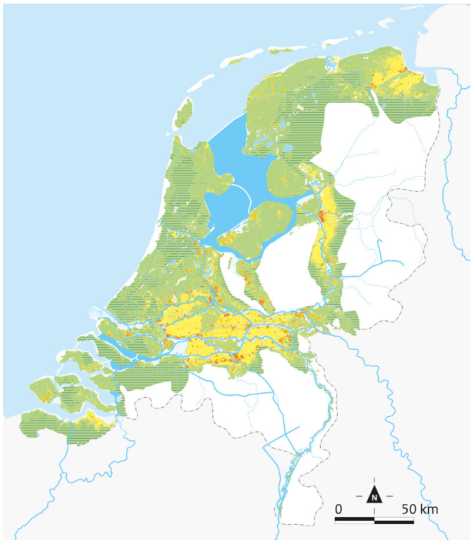
- lower than 10^{-6}
- between 10^{-6} and 10^{-5}
- higher than 10^{-5}
- potential flood area

Map 4b Situation in 2050 after implementation of new approach.



- freshwater
- saltwater / brackish water

Map 5a Situation in 2020 after current programmes have been implemented (reference).



Annual risk of damage per hectare (euro)

- less than €100
- between €100 and €1,000
- between €1,000 and €10,000
- more than €10,000
- potential flood area

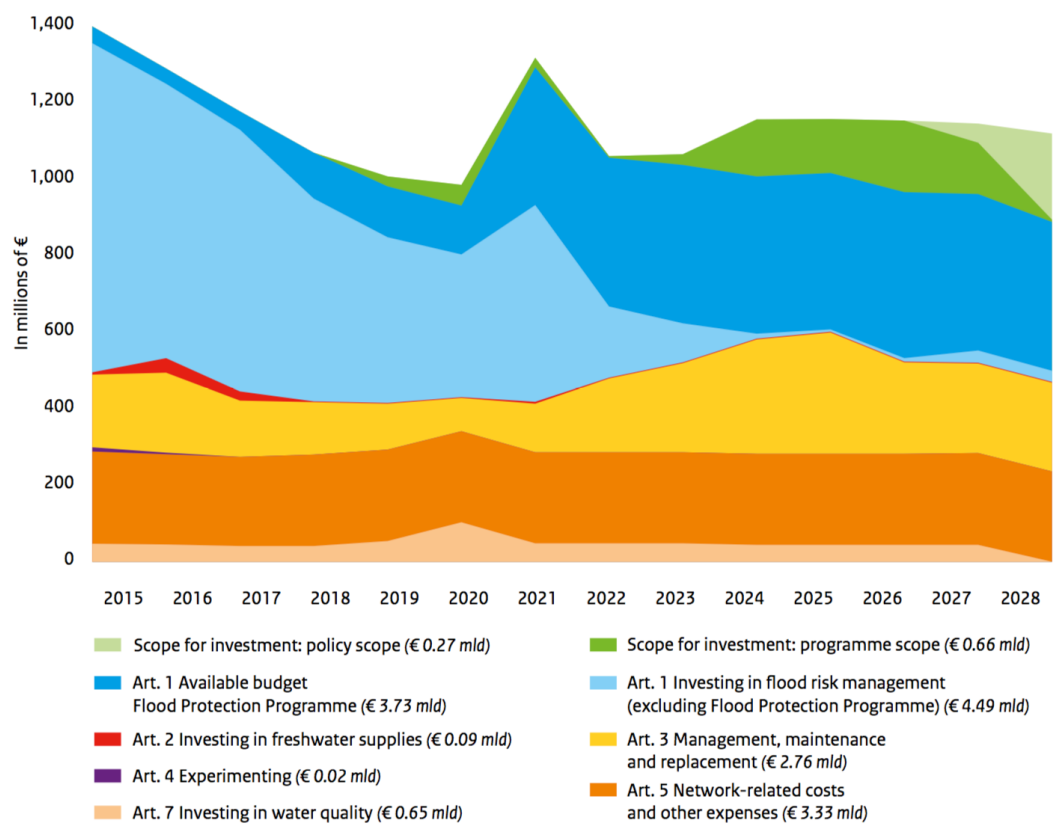
Map 5b Situation in 2050 after implementation of new approach



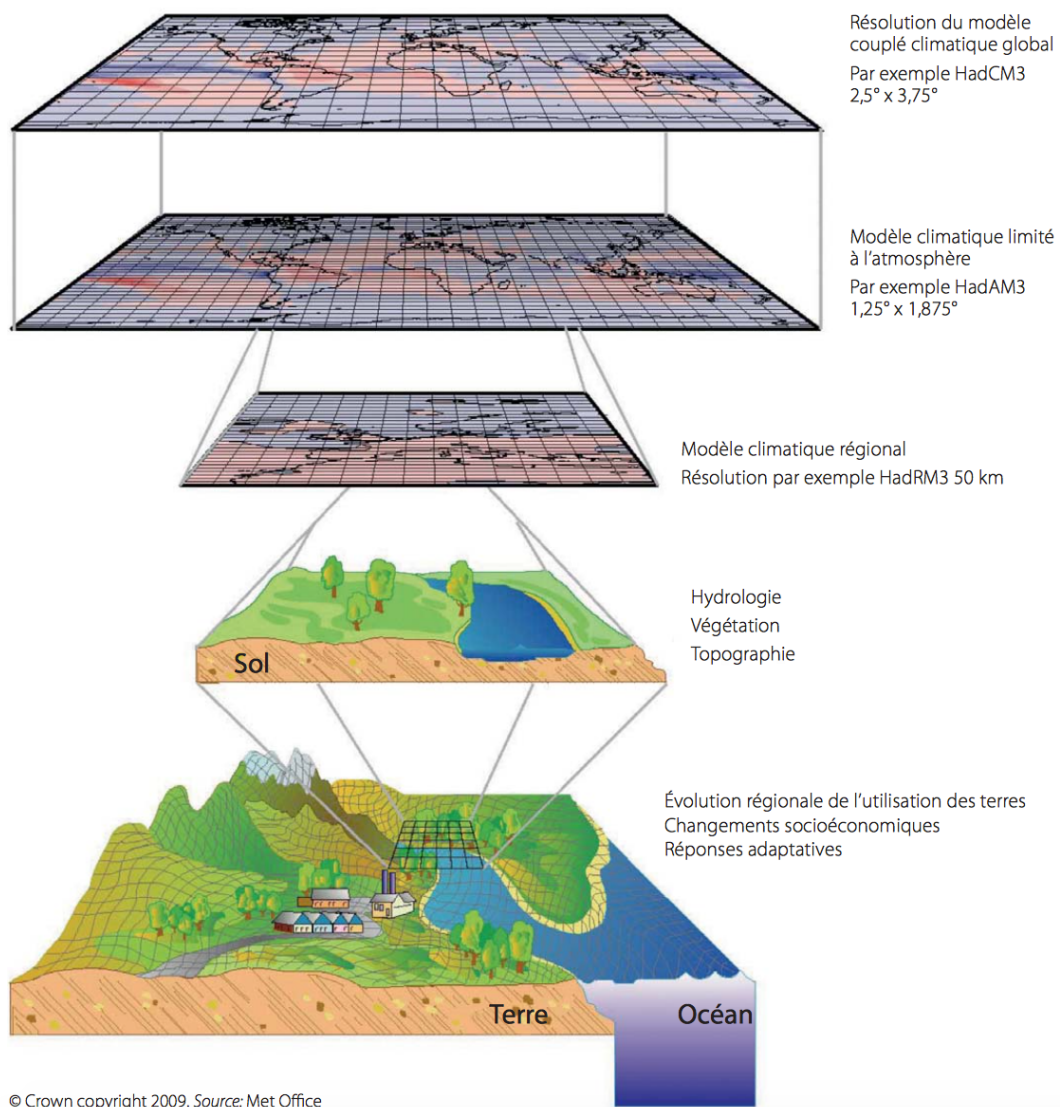
- freshwater
- saltwater / brackish water

Source: based on the "Technical elaboration of requirements for the primary defence systems (DPV 2.2, DPV work report) and proposed standard specifications per dyke stretch" (Appendix 1).

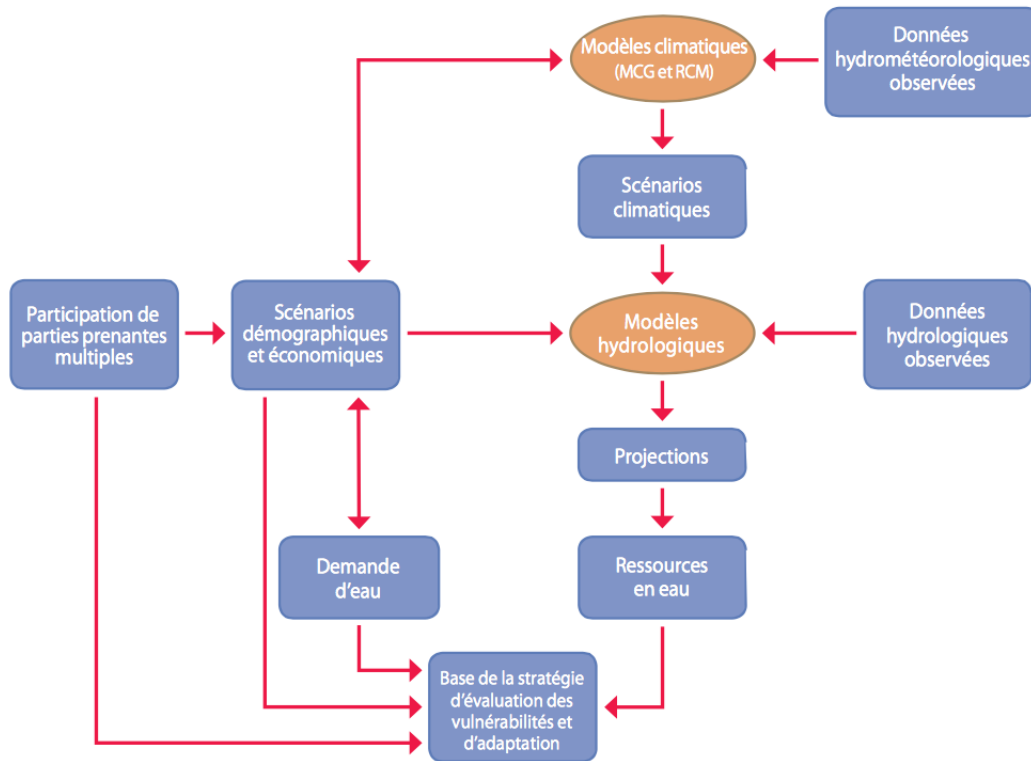
ANNEXE 12 - BUDGET DU DELTA PROGRAMME (tiré de : Delta Programme Commissioner, 2014, p. 123)



ANNEXE 13 - MODÈLES CLIMATIQUES MULTI-ÉCHELLES (tiré de : UNECE, 2010, p. 61)



ANNEXE 14 - PORTRAIT GLOBAL DU PROCESSUS D'UNE STRATÉGIE D'ADAPTATION (tiré de :
UNECE, 2010, p. 58)



Légende : Modèles de circulation générale (MCG), Modèles climatiques régionaux (RCM)